



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS**  
**MÉRIDA-VENEZUELA**



**ISSN 0543-517-X**  
**Depósito Legal pp 1958 02**  
**ME 1003**

# REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

**FUNDADA EN 1958**



**"REVISTA PATRIMONIO ULA"**

**Volumen 63, Número 2**  
**julio-diciembre 2021**

## EDITORIAL

### Una perspectiva de la Farmacognosia

La farmacognosia es la disciplina farmacéutica más antigua que se conoce y forma parte de la formación integral de los farmacéuticos. Como asignatura, forma parte de los Pensum de la Carrera de Farmacia, maestrías y doctorados en las Facultades de Farmacia de todas las universidades del mundo; aunque en algunos países se le conoce como Fitoterapia, Medicina Natural o Fitofármacos. La Farmacognosia clásica se dedica al estudio de los productos naturales de origen vegetal, animal y mineral. Sin embargo; en las últimas décadas, la Farmacognosia, ha evolucionado hacia una Farmacognosia moderna, involucrando otras disciplinas como la química combinatoria, genómica, proteómica, logrando importantes avances en el descubrimiento de nuevas drogas. Esto significa una esperanza en la búsqueda de nuevos fármacos para el tratamiento de diversas enfermedades tradicionales o emergentes. Tomando en cuenta la expansión del mercado de los productos naturales a nivel mundial, muchos países carecen de regulaciones gubernamentales que les permita controlar el comercio y consumo de esta clase de medicamentos. Muchos productos son etiquetados como “suplementos nutricionales”, cuando en realidad se trata de medicamentos potencialmente activos constituidos por extractos vegetales que son capaces de desarrollar un conjunto de efectos farmacológicos. Los nuevos retos de la Farmacognosia moderna, involucra la evaluación del material vegetal empleado como ingrediente en la formulación de fitofármacos que suelen ser prescritos por personal médico para el tratamiento de distintas patologías, además del consumo debido a la automedicación de este tipo de fármacos, lo cual en muchos casos conlleva a serios problemas de salud. Para cumplirlos, se deberían actualizar los programa de las asignaturas en las escuelas de Farmacia en aquellos países que aún no lo han hecho, e involucrar los métodos de modernización en la enseñanza actual para el progreso científico y tecnológico de los países, sin olvidar los conocimientos primarios de la farmacognosia y así lograr que los estudiantes de Farmacia afronten con total desempeño los nuevos retos en el área de los productos naturales.

Dra. María Eugenia Rondón  
Cátedra de Farmacognosia  
Departamento de Farmacognosia y  
Medicamentos Orgánicos  
Facultad de Farmacia y Bioanálisis  
Universidad de Los Andes

## REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

Vol. 63, N° 2

julio-diciembre 2021

ISSN 0543- 517-X Depósito Legal pp 1958 02 ME 1003

ISSN 2244-8845 Electrónico Depósito Legal ppi 2012 02  
ME 4102

## CONTENIDO

### ARTÍCULOS ORIGINALES

Informe de la citología mamaria.

#### **Reporting breast cytology.**

*Autor: Toro de Méndez Morelva.....3*

Textura y análisis descriptivo cuantitativo de galletas elaboradas con harinas de granos fermentados de *Phaseolus vulgaris* o *Cajanus cajan*.

#### **Texture and quantitative descriptive analysis of cookies made with fermented grain flours from *Phaseolus vulgaris* or *Cajanus cajan*.**

*Autores: Vivas Odry, Sangronis Elba.....8*

Estudio fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antibacteriana del extracto metanólico de los bulbos de *Crinum moorei* Hook F.

#### **Preliminary phytochemical study and antibacterial activity evaluation of methanolic extract of *Crinum moorei* Hook F. bulbs.**

*Autores: Rojas-Vera Janne, Buitrago-Díaz Alexis Alberto, Velasco-Carrillo Judith.....18*

Calidad fisicoquímica de los lagos Colta y Cuicocha ubicados en la alta montaña del Ecuador.

#### **Physicochemical quality of lakes Colta and Cuicocha located in the high mountains of Ecuador.**

*Autores: González Marco, Vásquez Paola, Alarcón Diego, Araque Judith, Viteri Francisco, Villacis Luis, Pinto Gustavo, Escobar Sandra, Medina Gerardo, Andueza Félix.....27*

**Normas Editoriales.....34**

**Reglamento para el Arbitraje.....35**

**Índice Acumulado .....37**

Artículo revisión

# Informe de la citología mamaria.

Reporting breast cytology.

Toro De Méndez Morelva<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Departamento Bioanálisis Clínico. Escuela de Bioanálisis, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, C.P. 5101, Venezuela.

Recibido: 28 de junio de 2021 –Aceptado: 15 de septiembre de 2021

## RESUMEN

La citología por biopsia por punción-aspiración con aguja fina (**BPAF**) forma parte de la triada de diagnóstico en la evaluación de la patología mamaria, junto con la clínica y la mamografía. El sistema internacional Yokohama ha sido propuesto para informar los hallazgos de la **BPAF** mamaria de forma estandarizada, mediante cinco categorías de diagnóstico: Inadecuada/insuficiente, Benigna, Atípica, Sospechosa para malignidad y Maligna, para una mejor comunicación entre el clínico y el citólogo. El objetivo de este artículo fue presentar un resumen del sistema internacional Yokohama para informar los hallazgos en la citología mamaria, a fin de que el personal involucrado se familiarice con éste, para su futura implementación en esta región.

## PALABRAS CLAVE

Citología mamaria, biopsia punción-aspiración con aguja fina (**BPAF**), sistema de informe Yokohama.

## ABSTRACT

Fine needle aspiration biopsy cytology (FNAB) is part of the diagnostic triad in the evaluation of breast pathology, along with clinical signs and mammography. The Yokohama international system has been proposed to report

standardized breast (FNAB), through 5 diagnostic categories: Inadequate/insufficient, benign, atypical, suspicious for malignancy, and malignant, for better communication between the clinician and the cytologist. The objective of this article was to present a summary of the Yokohama international system for reporting findings in breast cytology, in order to familiarize the personnel involved with it, for its future implementation in this region.

## KEY WORDS

Breast cytology, fine-needle aspiration biopsy (FNAB), reporting system Yokohama.

## INTRODUCCIÓN

Para el estudio de la patología mamaria se emplea la triada de diagnóstico o triple test, que incluye la citología por biopsia punción aspiración con aguja fina (**BPAF**), junto con la clínica e imagenología (mamografía y/o ultrasonido). El sistema internacional Yokohama de la Agencia Internacional de Citología ha sido propuesto para el informe de la citología mamaria obtenida por **BPAF**. Este sistema de clasificación citológica fue creado con el objetivo de estandarizar el informe citológico mamario para aceptación y aplicación universal, estableciendo definiciones y criterios cito-morfológicos característicos claros que permitan la comunicación entre el clínico y el citólogo, mejorando así la eficacia del método

a favor del cuidado de la paciente, además de facilitar los estudios de investigación [1].

Los lineamientos del sistema internacional Yokohama han sido detallados e ilustrados en un atlas citológico que contiene, en diferentes capítulos, las definiciones, los criterios citomorfológicos claves ejemplificados con microfotografías explícitas, el diagnóstico diferencial para las lesiones de difícil diagnóstico y ejemplos de informe para cada una de las cinco categorías de diagnóstico: inadecuada/insuficiente, benigna, atípica, sospechosa para malignidad y maligna, incluyendo un capítulo aparte sobre la citología de las secreciones por el pezón. Además, en el capítulo 1 enfatiza en los requerimientos cruciales de este sistema de clasificación para una correcta interpretación citológica y de utilidad clínica, básicamente relacionados con la calidad de la muestra celular a analizar, envolviendo 1) la destreza en la toma de muestra, elaboración del extendido celular y la preservación adecuada de este material obtenido, así como la necesidad de proporcionar la información clínica oportuna y 2) un buen entrenamiento y experiencia en el análisis citológico mamario. También establece que la correlación del *triple test*: citología, clínica e imagenología debe ser la base para un manejo clínico apropiado [2].

La citología puede ser utilizada para un diagnóstico preliminar en la evaluación de la mayoría de las lesiones mamarias palpables clínicamente o de aquellas impalpables detectadas por imagenología, de carácter benigno y maligno, tanto en pacientes femeninos como masculinos. El riesgo de malignidad para cada categoría, resumido aquí de estudios recientes, es como sigue: para la categoría Inadecuada/insuficiente hasta 11%; Benigna de 3% a 8,3%; Atípica de 17% a 28%; Sospechosa para malignidad de 56% a 78,8% y para la categoría Maligna entre 98,8% a 100%; observándose claramente que va aumentando, a medida que aumenta la severidad de las alteraciones cito-morfológicas [3-6].

El objetivo de este artículo fue presentar las categorías de diagnóstico propuestas por el sistema internacional Yokohama para informar los hallazgos en la citología mamaria, a fin de que el

personal involucrado se familiarice con éste, para su futura implementación en esta región.

## DESARROLLO

El sistema internacional Yokohama para el informe de los hallazgos citológicos en el estudio de la patología mamaria describe e ilustra detalladamente todos los lineamientos que presenta para su implementación [2]. Este sistema de clasificación citológica mamaria fue diseñado, incluyendo los algoritmos de manejo clínico, para ser aplicable en todas las infraestructuras, mediante la interpretación del informe citológico mamario, con definiciones y criterios citomorfológicos característicos claros y su vinculación con los lineamientos de estudio y manejo de la enfermedad mamaria benigna y maligna, tanto en mujeres como hombres. El informe estructurado del sistema Yokohama estaría encabezado por una de las categorías de diagnóstico, seguido de una descripción de los hallazgos citológicos y finalmente un diagnóstico citológico. Las categorías utilizadas en el sistema internacional Yokohama son: Inadecuada/insuficiente, Benigna, Atípica, Sospechosa de malignidad y Maligna [2].

A continuación se presenta cada categoría diagnóstica del sistema internacional Yokohama para clasificar una interpretación citológica de **BPAF** mamaria. En la Tabla 1 se resumen las diferentes patologías benignas y malignas de la mama, agrupadas en categorías de diagnóstico citológico, según los hallazgos cito-morfológicos en la **BPAF**, establecidos por este sistema de clasificación citológica.

**Inadecuada/Insuficiente:** En esta categoría se incluyen los extendidos citológicos que contienen material celular insuficiente (hipocelular / acelular), con elaboración y/o fijación defectuosa o con factores que limitan el análisis morfo-citológico como excesiva sangre e inflamación, lo cual impide realizar una correcta interpretación citológica. Debe indicarse la causa específica que hace a la muestra citológica inadecuada o insuficiente. Si se detecta claramente alguna alteración morfológica, la muestra será siempre adecuada y debe categorizarse como "Atípica" o

como “Sospechosa para malignidad”, dependiendo de la severidad de las alteraciones morfológicas observadas.

**Benigna:** Una interpretación citológica mamaria benigna se realiza en los casos que muestran características cito-morfológicas inequívocamente de benignidad, que pueden o no ser diagnóstico de una condición o de una lesión benigna específica. La enfermedad mamaria benigna es clasificada de acuerdo a sus hallazgos citológicos particulares, los cuales son detallados, ejemplificados y correlacionados entre sí para diagnóstico diferencial, especialmente los de carácter proliferativo. La correlación de benignidad en el *triple test* es necesaria para definir conducta clínica.

**Atípica:** Una **BPAF** mamaria se clasifica como atípica cuando se observan características cito-morfológicas vistas predominantemente en

condiciones o lesiones benignas, pero con la adición de algunas características que pueden verse también en lesiones malignas. Aunque esta categoría es sugestiva de carcinoma ductal *in situ*, es también una interpretación incierta que requiere de mayor investigación. El principal diagnóstico diferencial es con las lesiones mamarias benignas proliferativas como el fibroadenoma, el papiloma intraductal y la hiperplasia epitelial típica. También incluye aquellos extendidos citológicos con posibilidad de defectos técnicos (artefactos por elaboración o fijación defectuosa del material celular). Así mismo, la posible existencia de carcinoma ductal *in situ* de bajo grado y de neoplasia lobular. La información clínica/imagenología apropiada podría contribuir en una correcta clasificación de los hallazgos citológicos y sugerencias de seguimiento clínico.

**TABLA 1.**  
Clasificación citológica de las patologías mamarias por **BPAF**.

Categorías de diagnóstico citológico	Patologías mamarias incluidas según los hallazgos cito-morfológicos
<b>Inadecuada / Insuficiente</b>	Muestras con hipo/acelularidad, extendido con elaboración/fijación defectuosa, sin información clínica/imagenología. Presencia de artefactos por secado al aire o por aplastamiento del material obtenido, extendidos muy finos o muy gruesos, oscurecidos por sangre o inflamación. Se recomienda el uso de los términos <u>inadecuado</u> , en caso de que se deba a material mal extendido, preservado/fijado o <u>insuficiente</u> , cuando es acelular/hipocelular o sin información clínica-imagenológica.
<b>Benigna</b>	Muestras con tejido mamario normal, procesos inflamatorios (mastitis aguda, granulomatosa y abscesos), quistes y cambios fibroquísticos, adenosis y fibrosis así como las lesiones proliferativas benignas como la hiperplasia epitelial simple, fibroadenoma, papiloma intraductal y tumor filodes benigno, los cambios por lactancia, ginecomastia, cambios por radiación, cicatriz radial y lesiones esclerosantes complejas, adenosis y adenosis esclerosante, necrosis grasa y nódulo linfático intramamario.
<b>Atípica</b>	Muestras con características cito-morfológicas vistas predominantemente en procesos o lesiones benignas, pero con la adición de algunas características que son poco frecuentes en dichas lesiones benignas y que pueden verse también en lesiones malignas.
<b>Sospechosa para malignidad</b>	Muestras con algunas características cito-morfológicas usualmente observadas en la neoplasia maligna, pero que son insuficientes, en cantidad y calidad, para catalogarla definitivamente como maligna.
<b>Maligna</b>	Muestras con características cito-morfológicas claras e irrefutables de malignidad: el carcinoma invasor de tipo no específico, el cual puede ser de bajo o de alto grado y todos los sub-tipos específicos: el carcinoma ductal <i>in situ</i> de alto grado, el carcinoma lobular invasor, carcinoma tubular, carcinoma con características de medular, carcinoma mucinoso, carcinoma micropapilar invasor, carcinoma metaplásico, carcinoma secretor, carcinoma de células claras rico en glucógeno, carcinoma adeno-quístico, carcinoma con diferenciación apocrina, carcinoma con características de neuroendocrino, linfoma no Hodgkin, angiosarcomas y carcinomas metastásicos.

**Sospechosa para malignidad:** Incluye las muestras celulares mamarias con algunas características cito-morfológicas usualmente observadas en la neoplasia maligna, pero que son insuficientes, en cantidad y calidad, para catalogarla definitivamente como maligna. Esta categoría es sugestiva de carcinoma invasor. El diagnóstico diferencial es necesario con la hiperplasia epitelial usual, fragmentos de tejido epitelial tridimensional complejo, carcinoma invasor de bajo grado. Los aspectos de carácter técnico y/o la ausencia de información clínica pertinente podrían conllevar también a una categorización incierta, ya sea atípica o sospechosa de malignidad.

**Maligna:** Es la categoría utilizada para los casos de citología mamaria por **BPAF** con alteraciones cito-morfológicas inequívocas de malignidad. Si es posible, debe indicarse el tipo histológico de malignidad, ya que muchas de las características cito-morfológicas son bien especificadas para muchos de las neoplasias malignas. El diagnóstico diferencial debe realizarse con el carcinoma ductal *in situ* de alto grado, carcinoma invasor de alto grado, carcinoma de tipo no especial de alto grado, carcinoma lobular clásico, lesiones benignas proliferativas con grados variables de atipia nuclear como en fibroadenoma, papiloma intraductal, cicatriz radial o cambios citoplasmáticos apocrinos, tumor de células granulares, linfomas, melanoma y otros tumores primarios específicos o metastásicos. Tanto la historia e impresión clínica y una muestra celular adecuada son indispensables para una correcta interpretación de los hallazgos citológicos y para una mejor clasificación tumoral.

**Citología de las secreciones por el pezón**  
Cualquier secreción por el pezón fuera del período gestacional o de lactancia es anormal y podría estar relacionada, generalmente, con un proceso benigno que incluye los cambios por lactancia, un proceso infeccioso-inflamatorio o un papiloma intraductal. La interpretación citológica de malignidad es rara pero no improbable. Los hallazgos clínicos podrían contribuir en una buena interpretación citológica de la secreción por el pezón y su manejo clínico, así como en el caso de cualquier otro tipo de alteración, como por ejemplo la asociada a la enfermedad de Paget, la

cual podría presentarse con telorrea y habiendo casi siempre un carcinoma ductal *in situ* subyacente, generalmente de alto grado nuclear.

Para complementar, el sistema internacional Yokohama también aporta algoritmos de conducta clínica para cada categoría de diagnóstico, la utilidad de las pruebas especiales como la inmunocitoquímica en bloque celular y de biología molecular en la subclasificación de la patología mamaria maligna, así como el uso de la citología en base líquida en muestras citológicas mamarias, para optimizar la evaluación multidisciplinaria de la patología mamaria y su tratamiento [2,7].

Finalmente, muchos estudios se están llevando a cabo actualmente utilizando el sistema de clasificación citológica Yokohama para las lesiones mamarias y evaluar el riesgo de malignidad vinculado a las diferentes categorías, demostrando un elevado rendimiento diagnóstico (98,5%), así como también proporcionando una mejor comunicación entre el laboratorio y los clínicos, en beneficio del paciente [8].

## CONCLUSIONES

El sistema internacional Yokohama es útil para clasificar e informar las diferentes lesiones mamarias, mediante el uso de la citología por **BPAF** y puede ser aplicado en este medio. El uso de este nuevo sistema de clasificación mamaria optimizará el diagnóstico, manejo clínico y tratamiento de la patología benigna y maligna de la glándula mamaria, tanto femenina como masculina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Field AS, Raymond WA, Rickard M, Arnold L, Brachtel EF, Chaiwun B, Chen L, Di Bonito L, Kurtycz DFI, Lee AHS, Lim E, Ljung BM, Michelow P, Osamura RY, Pinamonti M, Sauer T, Segara D, Tse G, Vielh P, Chong PY, Schmitt F. The international academy of cytology Yokohama system for reporting breast fine-needle aspiration biopsy cytopathology. *Acta Cytol.* 2019; 63: 257-273. doi: 10.1159/000499509.

- [2] Field AS, Raymond WA, Schmitt F. Editors. The international academy of cytology Yokohama system for reporting breast fine needle aspiration biopsy cytopathology. Gewerbestrasse (Switzerland): Springer; 2020. 1-185. ISBN 978-3-030-26882-4 ISBN 978-3-030-26883-1 (eBook); doi.org/10.1007/978-3-030-26883-1.
- [3] Agrawal A, Singh D, Mehan A, Paul P, Puri N, Gupta P, Syed A, Rao S, Chowdhury N, Ravi B. Accuracy of the international academy of cytology Yokohama system of breast cytology reporting for fine needle aspiration biopsy of the breast in a dedicated breast care setting. *Diagn Cytopathol.* 2021; 49:195-202. doi: 10.1002/dc.24632.
- [4] Oosthuizen M, Razack R, Edge J, Schubert PT. Classification of male breast lesions according to the IAC Yokohama system for reporting breast cytopathology. *Acta Cytol.* 2021; 65:132-139. doi: 10.1159/000512041.
- [5] De Rosa F, Migliatico I, Vigliar E, Salatiello M, Pisapia P, Iaccarino A, Russo D, Luigi Insabat L, Accurso A, Arpino G, Palombini L, Troncone G, Bellevicine C. The continuing role of breast fine-needle aspiration biopsy after the introduction of the IAC Yokohama system for reporting breast fine needle aspiration biopsy cytopathology. *Diagn Cytopathol.* 2020; 48: 1244-1253. doi: 10.1002/dc.24559.
- [6] Agrawal S, Anthony ML, Paul P, Singh D, Mehan A, Singh A, Joshi PP, Kumar A, Syed A, Ravi B, Rao S, Chowdhury N. Prospective evaluation of accuracy of fine-needle aspiration biopsy for breast lesions using the international academy of cytology Yokohama system for reporting breast cytopathology. *Diagn Cytopathol.* 2021; 49: 805-810. doi: 10.1002/dc.24743.
- [7] Layfield LJ, Wang G, Yang ZJ, Gomez-Fernandez C, Esebua M, Schmidt RL. Interobserver agreement for the international academy of cytology Yokohama system for reporting breast fine-needle aspiration biopsy cytopathology. *Acta Cytol.* 2020; 64: 413-419. doi: 10.1159/000506757.
- [8] Dixit N, Trivedi S, Bansal VK. A retrospective analysis of 512 cases of breast fine needle aspiration cytology utilizing the recently proposed IAC Yokohama system for reporting breast cytopathology. *Diagn Cytopathol.* 2021; 49: 1022-1031. doi:10.1002/dc.24808.

**Toro de Méndez Morelva**, Orcid ID: 0000-0001-7352-7397

Artículo original

# Textura y análisis descriptivo cuantitativo de galletas elaboradas con harinas de granos fermentados de *Phaseolus vulgaris* o *Cajanus cajan*.

Texture and quantitative descriptive analysis of cookies made with fermented grain flours from *Phaseolus vulgaris* or *Cajanus cajan*.

Vivas Odry<sup>1\*</sup>, Sangronis Elba<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia de Los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, C.P. 5101, Venezuela. <sup>2</sup>Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, C.P. 1080, Venezuela.

Recibido: 28 de junio de 2021 –Aceptado: 18 de septiembre de 2021

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de leguminosas fermentadas en la textura instrumental y sensorial, así como en el Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) en galletas. Las galletas control se elaboraron con 100% harina de trigo, mientras que las sustituidas contenían 30% de harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada (GPF) o 30% de harina de *Cajanus cajan* fermentada (GCF), según el caso. Se empleó un texturómetro TA-XT2i para determinar dureza y fracturabilidad. Para determinar la textura sensorial y el ADC, se entrenó un panel de cinco personas. Adicionalmente, se realizó un análisis de compuestos volátiles utilizando un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (CG-EM), a fin de detectar compuestos que pudiesen explicar los olores y sabores detectados por los evaluadores. Los resultados revelan que todas las muestras presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre sí en todos los parámetros analizados. El ADC mostró descriptores sensoriales que fueron comunes para las tres muestras y descriptores que se presentaron sólo en las galletas que contenían las harinas de leguminosas fermentadas. El olor a queso

madurado identificado por los evaluadores en las GPF, puede atribuirse a compuestos identificados como dimetil disulfuro y ácido butírico, mientras que en las GCF el olor y sabor a miel puede ser responsabilidad de compuestos como el benzaldehído,  $\alpha$ -butirolactona y 3-metil-butanal. El estudio demostró que la adición de harina de leguminosas fermentadas afectó la textura y también la apariencia, olor, sabor y sensación residual de las galletas evaluadas.

## PALABRAS CLAVE

Perfil sensorial, textura, panel entrenado, harinas compuestas, leguminosas fermentadas, compuestos aromáticos, aroma, sabor.

## ABSTRACT

The effect of partial substitution of wheat flour by fermented legume flours was evaluated on the instrumental and sensory texture, as well as on the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) in cookies. The control biscuits were made with 100% wheat flour, while the substituted ones contained 30% fermented *Phaseolus vulgaris* flour (GPF) or 30% fermented *Cajanus cajan* flour (GCF), respectively. A TA-XT2i texturometer was used to

determine hardness and fracturability. To determine the sensory texture and the **QDA**, a panel of five people was trained. Additionally, an analysis of volatile compounds was carried out using a gas chromatograph coupled to a mass spectrometer (GC-MS), in order to detect compounds that could explain the odors and flavors detected by the evaluators. The results reveal that all the samples presented significant differences ( $p < 0.05$ ) among themselves in all the parameters analyzed. **QDA** showed sensory descriptors that were common for the three samples and descriptors that were presented only in the cookies containing the fermented legume flours.

The smell of ripened cheese identified by the evaluators in **GPF** can be attributed to compounds identified as dimethyl disulfide and butyric acid, while in **GCF** the smell and taste of honey can be the responsibility of compounds such as benzaldehyde,  $\alpha$ -butyrolactone and 3-methylbutanal. The study showed that addition of fermented legume flours affected the texture and also the appearance, smell, taste and residual sensation of the cookies evaluated.

## KEY WORDS

Sensory profile, texture, trained panel, composite flours, fermented legumes, aromatic compounds, aroma, flavor.

## INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son un alimento con un alto valor nutricional principalmente por su contenido de proteínas, carbohidratos complejos y minerales [1]. Representan la proteína de origen vegetal de más bajo costo, lo que ha motivado un aumento en su consumo y consecuente estudio a través de los años [2]. Dicho aumento se evidencia claramente en Venezuela, en especial el de *Phaseolus vulgaris*, comúnmente llamado caraota y el *Cajanus cajan*, conocido como quinchoncho. Las características físicas y químicas de las leguminosas le confieren propiedades funcionales, como la capacidad de absorción de agua, formación de espumas,

gelificación, entre otras, que permiten su incorporación en diversas preparaciones.

Los productos horneados más comunes en los cuales se han usado harinas compuestas con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de leguminosas, son panes [3,4], tortas o pasteles [5,6] y galletas [7,8].

El resultado ha demostrado un aumento del valor nutricional, pero con evidentes cambios en la estructura física y características sensoriales de estos productos finales. Por otra parte, se sabe que la presencia de algunos compuestos conocidos como factores antinutricionales y aquellos responsables de las flatulencias, limitan su consumo.

En este sentido, hay numerosas investigaciones que prueban la disminución e incluso la eliminación de dichos compuestos limitantes usando diferentes técnicas o formas de preparación. La fermentación es una de ellas, ya que reduce el contenido de compuestos antinutricionales, como taninos, fitatos e inhibidores de tripsina, así como los  $\alpha$ -galactósidos, compuestos responsables de las flatulencias, mejorando así el aprovechamiento de los nutrientes [9,10].

Sin embargo, se ha estudiado muy poco el efecto que ejerce la fermentación en la composición química de las leguminosas, lo cual se evidenciaría en las características sensoriales de los productos elaborados a partir de estas materias primas. Este estudio es parte de un proyecto de investigación cuyo objetivo principal es aplicar técnicas para mejorar el valor nutricional de las leguminosas y así diversificar su uso, incorporándolas a diversas formulaciones. Uno de los productos desarrollados fueron galletas, las cuales se formularon en una etapa previa, se elaboraron, se caracterizaron mediante análisis proximal y se determinó su aceptabilidad por consumidores [11].

Esta publicación representa la segunda etapa de la investigación, para la cual se evaluó el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de leguminosas fermentadas en la textura instrumental y sensorial así como en el Análisis Descriptivo Cuantitativo (**ADC**) en galletas dulces.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Harina de granos fermentados:** Se fermentó 1 kg de granos comerciales de *Phaseolus vulgaris* blanca y 1 kg de *Cajanus cajan*, en lotes individuales en un fermentador (BIOFLO 2000, New Brunswick Scientific Co. Inc, Edison, New York, EE.UU.) y según la metodología de Granito y cols. [9]. Una vez escurridos los granos fermentados, se liofilizaron (LabConco, Labconco Corporation, Maryland, EE.UU.), se molieron (Analyzer MC-II, EE.UU.) y tamizaron a una granulometría de 250 micrones.

**Preparación de galletas:** Para formular las galletas, se consideró la recomendación de Bressani [12], de usar una proporción 70:30 de harina de trigo y harina de leguminosa fermentada, para lograr una óptima complementación proteica. En este sentido, se elaboraron tres tipos de galletas dulces sin relleno: una galleta control con 100% harina de trigo (GC) y dos galletas en las que se sustituyó el 30% de la harina de trigo por harina de granos de *Phaseolus vulgaris* (GPF) o *Cajanus cajan* (GCF), según el caso. Los ingredientes utilizados en la elaboración de las galletas fueron: harina de trigo con agente leudante (fosfato monocálcico, bicarbonato de sodio), harinas de leguminosas fermentadas, azúcar, margarina sin sal, huevos y especias (clavos de olor y canela en polvo). Los ingredientes se mezclaron, se extendió la masa en una superficie plana y se utilizaron reglas de 4 mm de espesor para garantizar uniformidad del laminado, se cortaron con moldes circulares y se hornearon a 180°C durante 10 min en un horno eléctrico.

**Análisis de la humedad y grosor de las galletas:** Para la humedad se siguió el método oficial 925.09 [13], realizándose por triplicado. El grosor de las galletas se midió con un micrómetro (Starrett 436, Reino Unido), y se realizaron 10 mediciones.

**Análisis de la dureza y fracturabilidad:** A las galletas se les determinó dureza y fracturabilidad como parámetros de textura que definen este producto [14]. La dureza corresponde a la máxima fuerza ejercida para comprimir la galleta, imitando la primera mordida. Por su parte, la fracturabilidad

considera la fuerza correspondiente al primer pico que aparece en la curva de compresión, y representa la fuerza a la cual el material se rompe o fractura. Para la medición se empleó un texturómetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Inglaterra), con una celda de fuerza de 50 kg. Para la compresión se utilizó la guillotina modelo HDP/BSG, una fuerza de 50% y velocidades de pre ensayo de 2 mm/s; ensayo de 1 mm/s y post ensayo 2 mm/s. Se realizaron 10 mediciones en un mismo set de galletas producidas en el mismo lote.

**Análisis sensorial:** Para determinar la textura sensorial y el Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) de las galletas, se entrenó un panel conformado inicialmente por 12 integrantes con edades comprendidas entre 25 y 45 años, durante 140 horas, resultando un grupo de 5 jueces sensoriales entrenados. La selección de los integrantes del panel se realizó según el criterio ASTM 758 [15], y su nivel de entrenamiento se controló por análisis secuencial [16], según su desempeño en pruebas triangulares.

Para obtener la textura sensorial, se procedió de la siguiente manera: en una sesión de discusión previa con los evaluadores, se les proporcionó información acerca de la definición sensorial y técnicas de medición de la textura en alimentos, indicadas por Szczesniak y cols. [17], y se llegó al consenso de las características a evaluar en las galletas. La intensidad de dichas características se midió empleando una escala no estructurada de 10 cm, con 3 repeticiones por integrante del panel.

Para el desarrollo del ADC [18], se generaron los descriptores de apariencia, olor, sabor, textura y sensación residual de los productos mencionados y por consenso se lograron los descriptores definitivos. Para obtener las referencias de anclaje del valor mínimo y máximo para cada descriptor, se modificó la formulación de las galletas bajo estudio. Para la fase de cuantificación de los descriptores del ADC se empleó una escala no estructurada de 10 cm, realizando 3 repeticiones por integrante del panel.

**Análisis cromatográfico:** Se determinaron compuestos de aroma en las harinas de leguminosas fermentadas utilizando un cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies (modelo 7890, USA), acoplado a un espectrómetro de masas, marca Agilent Technologies 5975C

(CG-EM). Se pesó aproximadamente 0,5 gramos de harina de leguminosa fermentada en un vial ámbar con tapa hermética de 5 mL de capacidad. Para muestrear las moléculas de compuestos volátiles presentes en el espacio de cabeza, se utilizó una fibra combinada dimetilbenceno /carboxen/ polidimetilsiloxano marca Supelco). La temperatura de equilibrio para el muestreo de los compuestos volátiles fue de 25°C. Las condiciones del análisis fueron: temperatura del inyector: 230°C; presión del inyector: 10,12 PSI; temperatura del horno: 40°C durante 3 min como condición inicial, aumentando posteriormente 6°C por min hasta alcanzar los 200°C, y luego aumentando 30°C por min hasta 260°C. El rango de masas empleado fue de 20 a 550 A.M.U. (Atomic Masas Unit, por sus siglas en inglés). La identificación se realizó comparando los compuestos determinados con la base de datos Wiley/NIST05, disponibles en el software del equipo de cromatografía.

**Análisis estadístico:** Todos los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  la desviación estándar de las repeticiones específicas para cada análisis. En todos los casos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con posterior prueba de Tukey para determinar diferencias estadísticamente significativas entre las muestras, previa verificación de la normalidad de los datos y homogeneidad de la varianza. Para las pruebas sensoriales se utilizó un diseño unifactorial en

bloques, en el cual los jueces conformaron los bloques. El análisis de los datos se realizó con el programa estadístico Statgraphics plus 5.1 y el nivel de significancia prefijado fue de  $\alpha=0,05$  en todos los estudios.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la humedad, grosor y características de textura medidas por vía instrumental y sensorial. La humedad de las galletas resultó con un valor aproximado de 7%, sin diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) para los tres tipos de galletas evaluadas. Con respecto al grosor, se observó que se modificó a consecuencia del horneado y resultó significativamente ( $p<0,05$ ) mayor para la **GC**. Con respecto a la dureza, tanto instrumental como sensorial, se registró un valor mayor para la **GPF** ( $p<0,05$ ). Para la fracturabilidad, los resultados instrumentales y sensoriales indican que la **GC** requirió una mayor fuerza para ser fracturada, seguida de la **GPF** y la **GCF**.

En la Figura 1 se muestran los resultados del **ADC** realizado a las galletas control y sustituidas. En relación al color tostado, la **GCF** presentó la mayor intensidad ( $8,25 \pm 0,21$ ), seguida de la **GC** ( $5,34 \pm 0,24$ ) y **GPF** ( $3,45 \pm 0,28$ ), a pesar de que las condiciones de horneado fueron las mismas.

**TABLA 1.**

Resultados de humedad, grosor, textura instrumental y sensorial de las galletas.

Parámetro	GC	GPF	GCF
Humedad (g/100 g)	7,20 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	7,18 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	7,20 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Grosor (mm)	6,50 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>	6,00 $\pm$ 0,90 <sup>c</sup>	6,40 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>
Dureza (g) instrumental	3.392 $\pm$ 97,49 <sup>b</sup>	4.390 $\pm$ 75,41 <sup>a</sup>	3.187 $\pm$ 81,89 <sup>c</sup>
Dureza sensorial	5,55 $\pm$ 0,47 <sup>b</sup>	7,47 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	4,91 $\pm$ 0,49 <sup>c</sup>
Fracturabilidad (g) instrumental	2.180 $\pm$ 91,84 <sup>a</sup>	1.909 $\pm$ 73,80 <sup>b</sup>	1.869 $\pm$ 58,91 <sup>b</sup>
Fracturabilidad sensorial	5,50 $\pm$ 0,80 <sup>a</sup>	4,85 $\pm$ 0,69 <sup>b</sup>	4,35 $\pm$ 0,47 <sup>c</sup>

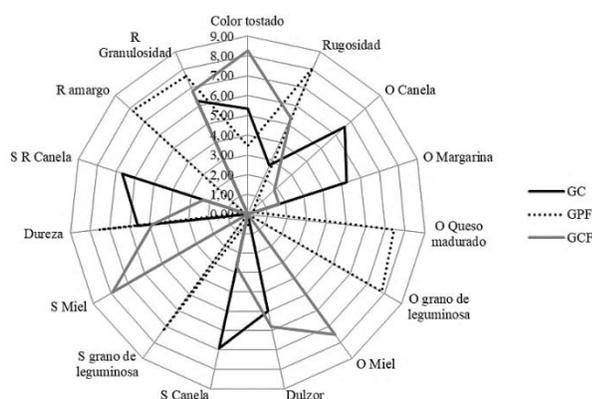
**GC:** galleta control; **GPF:** galleta con 30% de harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada; **GCF:** galleta con 30% de harina de *Cajanus cajan* fermentado. Letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ( $p<0,05$ ).

Otro parámetro de apariencia evaluado fue la rugosidad en la superficie, donde la **GPF** presentó mayor superficie rugosa ( $8,09 \pm 0,26$ ), siendo

estadísticamente diferente de la **GCF** ( $5,35 \pm 0,42$ ) y la **GC** ( $2,69 \pm 0,27$ ).

En relación a los descriptores de olor, se identificaron un total de 5 descriptores, de los cuales sólo 2 fueron comunes para las 3 muestras, y presentaron intensidades diferentes ( $p < 0,05$ ). Los olores comunes fueron canela y margarina. El olor a canela, una de las especias empleadas, fue más intenso en la **GC** ( $6,58 \pm 0,38$ ), seguido en intensidad en la **GCF** ( $1,84 \pm 0,14$ ) y casi

imperceptible en la **GPF** ( $0,41 \pm 0,16$ ). El olor a margarina también se percibió en todas las galletas, pero significativamente más intenso en la **GC** ( $5,25 \pm 0,36$ ), seguido por la **GCF** ( $1,65 \pm 0,25$ ) y apenas perceptible en la **GPF** ( $0,39 \pm 0,12$ ). Por otra parte, se identificaron tres descriptores de olor presentes sólo en las muestras sustituidas.



**Fig. 1** Análisis Descriptivo Cuantitativo de la galleta control (**GC**), galleta con 30% harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada (**GPF**) y galleta con 30% harina de *Cajanus cajan* fermentada (**GCF**). O: olor, S: sabor, R: residual.

El olor a queso madurado ( $7,46 \pm 0,18$ ) y a grano de leguminosa ( $7,83 \pm 0,27$ ), en las **GPF**, y un olor a miel ( $7,52 \pm 0,24$ ) fue característico de la **GCF**. Cuando se evaluaron los 4 descriptores de sabor que fueron dulzor, canela, grano de leguminosa y miel, se observó que presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las muestras. El dulzor fue mayor en la **GCF** ( $5,80 \pm 0,55$ ), seguida de la **GC** ( $5,00 \pm 0,24$ ) y percibida a una intensidad muy baja en la **GPF** ( $0,60 \pm 0,19$ ), esto a pesar de que todas las formulaciones contenían la misma cantidad de azúcar.

El sabor a canela ratificó en intensidad la percepción del olor de los evaluadores, ya que resultó significativamente mayor en la **GC** ( $6,90 \pm 0,25$ ) y de menor intensidad en la **GCF** ( $2,70 \pm 0,19$ ) y **GPF** ( $0,50 \pm 0,15$ ), respectivamente. En las galletas con harinas de leguminosa fermentada, se presentaron sabores que podrían atribuirse a la presencia de este ingrediente en la formulación, como el sabor a leguminosa en la **GPF** ( $7,30 \pm 0,23$ ) y el sabor a miel en la **GCF** ( $7,90 \pm 0,24$ ). La dureza como descriptor del **ADC** fue diferente ( $p < 0,05$ ) entre las muestras, siendo la **GPF** la más

dura ( $7,57 \pm 0,16$ ), seguida de la **GC** ( $5,59 \pm 0,15$ ) y **GCF** ( $4,87 \pm 0,24$ ).

La sensación residual de sabor que permanecía luego de la degustación de las muestras, fue predominante para la canela, con una intensidad mayor en la **GC** ( $6,67 \pm 0,24$ ), seguida de la **GCF** ( $2,34 \pm 0,32$ ), y apenas perceptible en la **GPF** ( $0,19 \pm 0,10$ ). El amargor residual se percibió solo en la **GPF** ( $7,81 \pm 0,26$ ), con una mayor intensidad que cuando fue percibido en las primeras etapas de la masticación. La sensación residual de granulosidad también se percibió en las tres galletas, siendo mayor en la **GPF** ( $7,64 \pm 0,17$ ), seguida de la **GCF** ( $6,81 \pm 0,12$ ) y **GC** ( $6,29 \pm 0,13$ ).

En la Tabla 2 se muestran algunos de los compuestos volátiles identificados en la harina de *Phaseolus vulgaris*. Las notas de aroma asociadas a los compuestos identificados se consultaron en la base de datos generada por Acree y Arn [19]. En la harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada se evidenció la presencia de compuestos relacionados con procesos de fermentación, como lo son el etanol, ácido acético y butanol, y compuestos aromáticos asociados a productos lácteos y grasa rancia. En la Tabla 3, se muestran los resultados del

análisis cualitativo de compuestos de aromas en la harina de *Cajanus cajan* fermentada. Se identificó un mayor número de compuestos en la harina de

esta leguminosa, y algunos están asociados a descriptores dulces, como malta, almendra y caramelo.

**TABLA 2.**

Compuestos aromáticos identificados en la harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada empleando CG-EM.

Tiempo (min)	Compuesto	Coincidencia (%)	Descriptor sensorial [19]
2,30	acetaldehído	90	Almendra, floral, manzana verde
2,42	etanol	86	Dulce,
3,30	ácido acético	80	Vinagre
4,15	butanol	91	Vino, alcohol
5,19	butanoato de metilo	94	Cacao, malta, amargo, quemado
5,69	dimetil disulfuro	95	Cebollas, coles, podrido
6,69	2,3-butanodiol	82	Rancio, grasa rancia
7,11	butanoato de etilo	96	Manzana, frutas
9,42	ácido butírico	91	Grasa, rancio, queso
12,25	6-metil-5-hepteno-2-ona	94	Cítrico, champiñón, pimienta
12,34	2-pentil-furano	94	Grano verde, mantequilla
12,47	butanoato de butilo	90	Frutas
24,78	1-butil-hexil benceno	95	<b>NNI</b>
26,63	1-butil-heptil benceno	91	<b>NNI</b>

**NNI:** nota aromática no identificada.

**TABLA 3.**

Compuestos aromáticos identificados en la harina de *Cajanus cajan* fermentada empleando CG-EM.

Tiempo (min)	Compuesto	Coincidencia (%)	Descriptor sensorial [19]
3,56	ácido acético	91	Vinagre
3,99	3-metil-butanal	95	Malta, rancio
4,11	2-metil-butanal	87	Cacao, almendra
4,90	3-hidroxi-2-butanona	90	Desagradable, fermentación
6,25	metil-benceno	90	<b>NNI</b>
6,60	2,3-butanodiol	91	Rancio, grasa rancia
8,03	ácido butírico	91	Grasa, rancio, queso
8,98	1,3-dimetil-benceno	95	<b>NNI</b>
9,64	Xileno	94	Plástico
10,20	$\alpha$ butirrolactona	94	Caramelo, dulce
11,54	benzaldehído	81	Almendra, caramelo
12,40	1,2,3-trimetil-benceno	95	<b>NNI</b>
12,33	2-pentil-furano	94	Grano verde, mantequilla
12,41	1,2,4-trimetil-benceno	95	<b>NNI</b>
13,34	$\alpha$ limoneno (+/-)	99	Cítrico, menta
13,42	1,8-cineol (eucalipto)	96	Menta, dulce
13,76	fenilacetaldéhído	90	Floral
14,94	2-metoxi-fenol (guayacol)	87	Humo, dulce, clavos de olor

**NNI:** nota aromática no identificada.

## DISCUSIÓN

La textura en los alimentos depende de las características físicas de la matriz alimentaria y estas son determinadas por su composición química, las interacciones moleculares, la formulación, el modo de preparación, entre otros factores [20]. Las galletas se caracterizan por presentar una estructura granular ligeramente compactada, en la cual el aire es atrapado en la estructura sin una distribución uniforme [20]. Entre los parámetros que afectan la textura de las galletas, la humedad es de gran importancia, ya que un contenido elevado provoca disminución de la dureza, entre otros efectos [20]. Aunque las muestras no registraron diferencias significativas en este parámetro, presentaron valores superiores a la referencia (máximo 5%) que indica la norma COVENIN 1483 para galletas dulces sin relleno [21]. Sin embargo, Okpala y cols. [22] registraron valores de humedad entre 7 y 10% en galletas elaboradas con harinas de *Cajanus cajan* germinado, sorgo fermentado y *Xanthosoma sagittifolium*.

En relación al grosor, los valores pueden estar afectados por el contenido de proteína, la humedad y el agente leudante usado. El mayor valor registrado en la **GC** podría estar relacionado a la elasticidad que ofrece el gluten a la mezcla y la expansión promovida por los agentes leudantes presentes en la harina de trigo, y en menor proporción en las galletas con harinas de leguminosas fermentadas [6]. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Jyotsna y cols. [23], quienes evaluaron la expansión de galletas elaboradas con harina de *Phaseolus aureus*, señalando una mayor expansión en la muestra control a base de trigo en relación a las muestras que contenían la leguminosa. Los autores explicaron que la menor expansión observada en las galletas de harinas compuestas, se debe a la competencia por el agua disponible en la masa de las muestras con mayor contenido de proteínas como es el caso de las galletas que contienen harinas de leguminosas.

Las diferencias en los parámetros de textura de las galletas fueron consistentes, tanto en las tendencias identificadas por el panel como por el

texturómetro. Torres y cols. [24] señalan que los efectos en la textura de las galletas se producen por la gelatinización del almidón, la reducción del contenido de humedad del producto, la desnaturalización de las proteínas y la cristalización del azúcar durante el horneado. El mayor valor de dureza registrado en la **GPF** es comparable a los resultados de Jyotsna y cols. [23], quienes relacionaron directamente un aumento en la dureza de galletas con el aumento en el contenido de harina de *Phaseolus aureus*. Un resultado similar fue el de Portman y cols. [3], cuando usaron harina de lentejas (*Lens culinaris* M.) y lo explicaron como una posible competencia por enlazar moléculas de agua entre las proteínas del trigo y de la lenteja. Otros autores [2, 25] explican que no solo el contenido de proteínas, sino el tipo de aminoácido presente y la fibra, podrían también afectar los resultados.

La fracturabilidad sensorial e instrumental fue significativamente diferente entre las muestras. La galleta **GC** registró el mayor valor, quizás debido al efecto de mayor cohesividad en la masa causada por la calidad del gluten, siendo esto consistente con otra investigación [7], donde observaron un mayor valor de fracturabilidad en galletas de harina de trigo en relación con las parcialmente sustituidas con sorgo o frijol. La fracturabilidad hace referencia a la fuerza necesaria para fracturar o romper una muestra de alimento. En este sentido Szczesniak y cols. [17] explicaron que un alimento que se fractura con mayor facilidad, requiere menos fuerza para fracturarlo cuando su dureza es alta y su cohesividad baja, características que corresponden con las galletas sustituidas.

En la medición instrumental de fracturabilidad, las galletas elaboradas con harinas de leguminosas no presentaron diferencias significativas entre sí, pero dicho resultado puede explicarse por la alta variabilidad de los datos obtenidos, que también lo han registrado otros autores [14,24]. El texturómetro es de alta sensibilidad a las pequeñas diferencias en la estructura física de las muestras y ocasionan mayor desviación en el registro de los datos.

Los perfiles sensoriales ratificaron diferencias entre los productos. El color tostado más intenso en la **GCF** se debe al tono marrón claro característico de esta leguminosa. El aspecto de superficie rugosa

observado en mayor intensidad en las **GPF** y **GCF** pudo deberse al contenido de fibra en las harinas, presente en mayor cantidad en *Phaseolus vulgaris* [26]. Un aspecto diferencial importante en las galletas fueron los descriptores de olor exclusivos en las muestras sustituidas. El olor a queso madurado presente en la **GPF** se explica por la presencia del dimetil disulfuro y el ácido butírico en la harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada. El primero es un compuesto que ha sido identificado en quesos madurados como parmesano, azul y cheddar, originado por la hidrólisis enzimática y no enzimática de aminoácidos azufrados como la metionina y el segundo compuesto también está asociado a notas aromáticas de queso [27].

El olor a miel en la **GCF** quizás se deba a la presencia de varios compuestos que aportan notas de aroma de alimentos dulces. La presencia del olor a miel afectó la percepción de un mayor dulzor en la **GCF**, ya que la experiencia del sabor, a pesar de ser multisensorial, está influenciada entre un 80 a 90% por el aroma que se percibe al momento de degustar el alimento [28]. De esta manera, el intenso olor a miel actuó como potenciador del dulzor en esta galleta, generando un efecto de sinergia similar al que ejerce la esencia de vainilla en un postre, la cual aumenta la percepción de dulzor [29]. En el sentido opuesto, el amargor presente en la **GPF** afectó la intensidad del dulzor, entendiendo el efecto antagónico en la percepción de gustos básicos [29]. Compuestos asociados al amargor se producen en alimentos ricos en proteínas, tales como los quesos cuando son fermentados, en los cuales se rompen los enlaces peptídicos por procesos enzimáticos y se exponen aminoácidos que confieren amargor [30], lo cual puede ocurrir al fermentar los granos de leguminosas. La sensación residual de granulosis es una característica importante en galletas y está definida como la cantidad de partículas del alimento que permanecen en la boca una vez degustado [14]. Esta percepción sensorial pudo deberse al mayor contenido de fibra presente en harinas compuestas con leguminosas fermentadas en relación a la galleta control.

Los estudios de compuestos volátiles en leguminosas han demostrado la presencia de una gran cantidad de moléculas comunes y específicas según la variedad y forma de cocción. Algunos

compuestos volátiles presentados en estudios con *Phaseolus vulgaris*, que coinciden con esta investigación, fueron el acetaldehído, etanol, dimetil disulfuro, 6-metil-5-hepteno-2ona [31], ácido acético, butanol [32]. Es notable la escasez de investigaciones que hagan mención a estudios de compuestos de aroma en *Cajanus cajan* y en leguminosas fermentadas, siendo un área con poca exploración y gran interés desde el punto de vista sensorial para el desarrollo de formulaciones nutritivas con mayor potencial de aceptación entre los consumidores.

## CONCLUSIONES

La sustitución parcial de la harina de trigo por 30% de harinas de *Phaseolus vulgaris* o *Cajanus cajan* fermentadas, provocó cambios en la textura y en el perfil sensorial de las galletas, dando origen a productos significativamente diferentes. Las harinas de leguminosas fermentadas contienen compuestos volátiles responsables de las características de olor y sabor de las galletas que las contenían y que constituyen un elemento diferenciador entre ellas y en relación a la galleta control.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó bajo el proyecto S1-2001000856: “Desarrollo de alimentos funcionales para poblaciones vulnerables y regímenes especiales, a base de materias primas nacionales nutricionalmente mejoradas mediante el uso de la biotecnología”, coordinado por la Dra. Marisela Granito. Las autoras desean agradecer al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Central de Venezuela, y en especial a la, Dra. María Soledad Tapia, por facilitar el uso del texturómetro así como a la Gerencia de Soporte Científico de Empresas Polar por facilitar el uso del equipo CG-EM.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Erbersdobler HF, Barth CA, Jahreis G. Legumes in human nutrition. Nutrient content and

- protein quality of pulses. *Ernah Ums.* 2017; 64(9): 134-139. doi: 10.4455/eu.2017.034.
- [2] Olaleke M, Audu S, Lyambee B. Comparative review of crude protein and amino acid composition of some leguminous seeds grown in Nigeria. *Int J Sci.* 2017; 6(8): 401-409.
- [3] Portman D, Blanchard C, Maharjan, P, McDonald L, Mawson J, Naiker M, Panozzo J. Blending studies using wheat and lentil cotyledon flour- effects on rheology and bread quality. *Cereal Chem.* 2018; 95(6): 849-860.
- [4] Millar KA, Barry-Ryan C, Burke R, McCarthy S, Gallagher E. Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. *Innov Food Sci & Emer Techn.* 2019; 56: 102189. doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102189.
- [5] Aimon SS, Liaquat A, Aamir SH, Qadeer T, Ashraf S, Ali R. Blend of flour with *Vigna radiata* and *Vigna mungo* used in muffins in order to increase nutritional properties. *Agrobiol Rec.* 2021; 3: 29-35.
- [6] Chompoorat P, Rayas-Duarte P, Hernández-Estrada Z, Phetcharat C, Khamsee Y. Effect of heat treatment on rheological properties of red kidney bean gluten free cake batter and its relationship with cupcake quality. *J Food Sci Technol.* 2018; 55:4937-4944.
- [7] Martínez N, Castillo O, Rodríguez G, Perales-Torres A, González A. Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Arch Latin Nutr.* 2017; 67(3): 227-234.
- [8] Singh M, Singh C. Formulation and characterization of cookies prepared from the composite flour of germinated kidney bean, chickpea, and wheat. *Legum Sci.* 2020; 2(3): 1-12. doi.org/10.1002/leg3.42.
- [9] Limón RI, Peñasa E, Torino MI, Martínez-Villaluenga C, Dueñas M, Frías J. Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts. *Food Chem.* 2015; 172(1): 343-352.
- [10] Chandra-Hioe MV, Wong CHM, Arcot J. The potential use of fermented chickpea and faba bean flour as food ingredients. *Plant Foods Hum Nutr.* 2016; 71: 90-95.
- [11] Granito M, Valero Y, Zambrano R, Guerra M. Desarrollo y caracterización de una galleta extendida con caraotas blancas. *Agron Trop.* 2006; 56(4): 539-546.
- [12] Bressani R. Factors influencing nutritive value in food grain legumes: *Mucuna* compared to other grain legumes. En: Flores M, Eilitta M, Myrthman R, Carew LB, Carsky RJ (Editores). *Food and feed from Mucuna: Current uses and the way forward. Proceedings of an International Workshop (Vol. 1).* Tegucigalpa: Worlds Hunger Research Centre; 2002. p. 16-188.
- [13] Association of Official Agricultural Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC.* 15th ed. Washington, D.C., The Association, 1990.
- [14] Yilmaz E, Oğutcu M. Texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food Funct.* 2015; 6(4):1194-1204. doi: 10.1039/c5fo00019j.
- [15] American Society for Testing and Materials (ASTM). *Guidelines for the selection and training of sensory panel members.* Philadelphia: ASTM Committee E-18; 1981.
- [16] International Organization for Standardization. *ISO 16820: Sensory Analysis- Methodology- Sequential analysis.* Switzerland: Subcommittee SC 12 Sensory analysis; 2004.
- [17] Szczesniak A, Brandt M, Friedman H. Development of standard rating for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *J Food Sci.* 1963; 28(4): 397-403.
- [18] Stone H, Sidel J. *Sensory evaluation practices.* 3rd edition. California: Academic Press Inc; 2004.
- [19] Acree T, Arn H. *Flavornet and human odor space. Gas chromatography - olfactometry (GCO) of natural products* Sponsored by DATU Inc. [Página Web] 2004. [acceso abril 2021]. Disponible en: <http://www.flavornet.org/flavornet.html>.
- [20] Ahmed H, Satheesh N, Dibaba K. Functional, physical and sensory properties of cookies prepared from okara, red teff and wheat flours. *Croat J Food Sci Technol.* 2018; 10(1): 23-32.

- [21] Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN 1483: Galletas. Caracas: Comité técnico de normalización CT10- Productos alimenticios, Fondonorma; 2001.
- [22] Okpala L, Okoli E, Udensi E. Physico-chemical and sensory properties of cookies made from blends of germinated pigeon pea, fermented sorghum, and cocoyam flours. *Food Sci Nutr*. 2013; 1(1): 8-14.
- [23] Jyotsna R, Swetha L, Jyothi L, Venkateswara R. Influence of green gram flour (*Phaseolus aureus*) on the rheology, microstructure and quality of cookies. *J Text Stud*. 2012; 43(5): 350-360.
- [24] Torres J, Torres R, Acevedo D, Gallo-García L. Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Rev Vector*. 2015; 10: 14-25.
- [25] Boye J, Zare F, Pletch A. Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res Intern*. 2010; 43: 414-431.
- [26] Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Caracas: Serie de libros azules; 1999.
- [27] van Mastrit O, Gallegos Tejeda D, Kristensen MN, Abbe T, Smid E. Aroma formation during cheese ripening is best resembled by *Lactococcus lactis* retentostat cultures. *Microb Cell Fact*. 2018; 17: 104.
- [28] Stuckey B. Book review: Taste what you're missing: The passionate eater's guide to why good food tastes good (Free Press). *Flavour*. 2012; 2(2): 1-4. doi:10.1186/2044-7248-2-2.
- [29] Wittig E. Evaluación sensorial. Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Santiago: Estudios gráficos USACH; 2001.
- [30] Aluko R. Structural characteristics of food protein-derived bitter peptides. En: Aliani M, Eskin M (Editores). Bitterness: perception, chemistry and food processing. 1ra edición. Manitoba: John Wiley & Sons, Inc. and the Institute of Food Technologists. 2017; p 103-123. doi.org/10.1002/9781118590263.ch6.
- [31] Mishra P, Tripathi J, Gupta S, Variyar P. Effect of cooking on aroma profile of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) and correlation with sensory quality. *Food Chem*. 2017; 215: 401-409.
- [32] Ruth S, Dings L, Aprea E, Odake S. Comparison of volatile flavour profiles of kidney beans and soybeans by GC-MS and PTR-MS. *Food Sci Tech Res*. 2005; 11(1): 63-70.

**Vivas Odry**, Orcid ID: 0000-0002-3107-1202

**Sangronis Elba**, Orcid ID: 0000-0003-4235-5478

Artículo original

# Estudio fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antibacteriana del extracto metanólico de los bulbos de *Crinum moorei* Hook F.

Preliminary phytochemical study and antibacterial activity evaluation of methanolic extract of *Crinum moorei* Hook F. bulbs.

Rojas-Vera Janne<sup>1\*</sup>, Buitrago-Díaz Alexis Alberto<sup>1,2</sup>, Velasco-Carrillo Judith<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Grupo de Investigación “Biomoléculas Orgánicas”, Instituto de Investigaciones, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, Venezuela. <sup>2</sup>Departamento de Análisis y Control, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, Venezuela. <sup>3</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, Venezuela.

Recibido: 15 de julio de 2021 –Aceptado: 9 de octubre de 2021

## RESUMEN

La resistencia bacteriana es considerada un problema de salud pública a nivel mundial. Por esta razón existe un gran interés en la búsqueda de nuevas moléculas bioactivas de origen natural. En tal sentido, la presente investigación sobre el extracto metanólico concentrado de bulbos de *Crinum moorei* (BCm), permitió establecer de manera cualitativa la presencia de diversos compuestos oxigenados del tipo glicósidos, flavonoides, esteroides triterpenoides, taninos y saponinas, así como bajas proporciones de alcaloides y la ausencia de mucílagos. Además, el ensayo antibacteriano del extracto metanólico de BCm, realizado por el método de difusión en agar con discos frente a bacterias de referencia internacional, reveló efecto inhibitorio del desarrollo de las bacterias grampositivas, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, con valores de concentración inhibitoria mínima de 100 µg/mL y 500 µg/mL, respectivamente.

## PALABRAS CLAVE

*Crinum moorei*, tamizaje fitoquímico, actividad antibacteriana, metabolitos secundarios.

## ABSTRACT

Bacteria resistance is considered a public health problem worldwide. Thus, there is a huge interest for the search on new bioactive molecules from natural sources. In this regard, present investigation on the concentrated methanolic extract of *Crinum moorei* (BCm) bulbs allowed to qualitatively establish the presence of diverse oxygenated compounds such as glycosides, flavonoids, steroids, triterpenoids, tannins and saponins, as well as low proportions of alkaloids and the absence of mucilages. Furthermore, the antibacterial assay of methanolic extract of BCm carried out following the disk diffusion agar method on different reference international bacterial strains revealed the inhibitory effect on the growth of grampositive bacteria *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 with inhibitory concentration values of 100 µg/mL and 500 µg/mL, respectively.

## KEY WORDS

*Crinum moorei*, phytochemical screening, antibacterial activity, secondary metabolites.

## INTRODUCCIÓN

La administración indiscriminada de antibióticos para el tratamiento de algunos procesos infecciosos ha conllevado a un incremento de la resistencia de ciertas bacterias, representando un problema de salud pública. Esta situación ha propiciado la búsqueda de nuevas estrategias terapéuticas por parte de las diferentes organizaciones científicas e industria farmacéutica a nivel mundial, promoviendo con esto el descubrimiento de nuevas moléculas activas provenientes de fuentes naturales [1-3].

El género *Crinum* (Amaryllidaceae) comprende aproximadamente 160 especies distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales de Asia, Australia, África y América; las mismas son descritas como plantas perennes, bulbosas de hojas grandes y flores vistosas similares a los lirios [1,4]. En Venezuela, existen reportes sobre la presencia de algunas especies, entre estas: *Crinum moorei* Hook F., *Crinum jagus* Thomps., *Crinum erubescens* L.f. ex Aiton, *Crinum latifolium* Linn., utilizadas principalmente en la horticultura ornamental para el embellecimiento de los jardines en viviendas, parques y plazas públicas [1].

Los estudios fitoquímicos para el género establecen la presencia en altas concentraciones de alcaloides biogénicamente relacionados al núcleo isoquinolina, identificándose derivados estructurales del tipo crinina/haemantamina, licorina, galantamina y narsiclasina. De igual manera, se encuentran en menor proporción flavonoides, chalconas, cromenos, terpenos, esteroides, carbohidratos, alcoholes, ácidos grasos, entre otros [4,5]. Las poblaciones indígenas ubicadas en algunas localidades de África y Asia utilizan las diferentes partes de la planta como remedios tradicionales para combatir afecciones estomacales, dificultades respiratorias, infecciones urinarias, fiebre, abscesos en la piel, varices y dolores corporales [6].

Con relación a los estudios biológicos realizados en el género destaca el efecto inhibitorio frente a *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhi* y *Salmonella Paratyphi* del extracto en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH y los alcaloides

aislados hippadina y pratorimina obtenidos de *Crinum purpurascens* [7]. Por otra parte, las fracciones alcohólicas de las hojas de *Crinum defixum* mostraron actividad sobre el crecimiento de las bacterias *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* y *Proteus vulgaris*; así como, sobre los hongos *Candida albicans* y *Aspergillus flavus* [8]. El extracto de *Crinum angustum* con presencia de seis grupos de alcaloides identificados por CG-EM fue ensayado contra nueve bacterias de referencia internacional y dos bacterias de procedencia nosocomial resistentes a múltiples antibióticos. El concentrado alcaloidal mostró efecto inhibitorio contra las bacterias Gram positivas *S. aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pyogenes* y *Enterococcus faecalis* luego de ocho horas de incubación [1].

Por su parte, el extracto concentrado de las hojas de *Crinum macowanii* mostró actividad frente a las células cancerígenas de cerebro y pulmón determinado por el método de la reducción metabólica con el reactivo MTS (3-[4,5-dimetiltiazol-2-il]-5-[3-carboximetoxi-fenil]-2-[4-sulfofenil]-2H-tetrazolio), en donde se observó disminución en un 50% de la proliferación de las células A549 a la concentración de 100 µg/mL [9]. Otra investigación realizada con el extracto acuoso de *Crinum latifolium* reveló su acción sobre el crecimiento y recuperación de las funciones inmunes sobre las variantes de los carcinomas prostáticos PC3 (IC<sub>50</sub>= 4,5 mg/mL), LNCaP (IC<sub>50</sub>= 2,3 mg/mL) y BPH-1 (IC<sub>50</sub>= 2,1 mg/mL) [10].

Los alcaloides análogos a la Cripowellina (A, B, C y D) aislados del extracto metanólico de *Crinum erubescens* presentaron acción selectiva frente al crecimiento de las células A2780 derivadas del cáncer de ovario con valores de IC<sub>50</sub> entre 11 y 28 nM. De igual manera, determinaron actividad antimalárica contra la cepa Dd2 resistente a cloroquina/mefloquina proveniente de *Plasmodium falciparum* donde el compuesto Cripowellina C mostró una elevada acción inhibitoria con un IC<sub>50</sub> de 20,26 nM [11].

El estudio *In Vivo* aplicando el método del edema subplantar inducido con carragenina demostró que la dosis de 30 mg/kg del extracto acuoso de *Crinum jagus* administrado en ratas Sprague-Dawley presentó una elevada acción

antiinflamatoria comparable con los fármacos de referencia Diclofenac® (30 mg/kg) y Dexametasona® (3 mg/kg) [12]. Además, es importante destacar la acción de los alcaloides galantamina, licorina, crinina y emantamina aislados en algunas plantas del género *Crinum* para actuar de manera selectiva, reversible y competitiva sobre las enzimas Acetilcolinesterasa y Butirilcolinesterasa, las cuales están relacionados con el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer [5].

La presente investigación tiene como objetivo determinar cualitativamente la presencia de algunos metabolitos secundarios en el extracto metanólico de los bulbos de *C. moorei*, así como, evaluar la actividad antibacteriana frente a bacterias de referencia internacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Recolección del material vegetal:** la especie *C. moorei* (**BCm**) se recolectó en el estado Mérida a 2308 m s. n. m. (8°41'43" N-71°05'55" W), sector el Valle vía paramo la Culata del Municipio Libertador.

**Determinación taxonómica de la planta:** la identificación de la muestra vegetal recolectada fue realizada por el Dr. Pablo Meléndez. Una muestra testigo con el código JR 70 fue depositada en el Herbario "Dr. Luis Ruíz Terán" (MERF), Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes.

**Selección y tratamiento del material vegetal:** una cantidad equivalente a 800 g de los bulbos recolectados con la mejor apariencia y libres de contaminación se sometieron a un proceso de secado utilizando un horno eléctrico a la temperatura de 40°C durante al menos 72 horas. Transcurrido este tiempo, la muestra libre de humedad y quebradiza al tacto fue sometida a un proceso de molienda hasta obtener el equivalente a 100 g de **BCm** que fue colocada en un envase rotulado y almacenado en un lugar fresco.

**Extracción por maceración:** con el polvo de **BCm** se realizó una extracción sólido-líquido por maceración en frío utilizando como solvente metanol durante un periodo de diez días, divididos en dos ciclos de cinco días. La solución resultante

se filtró por gravedad y concentró destilando el solvente a presión reducida utilizando un rotavapor a la temperatura de 40°C. El extracto con un peso de 15 g fue colocado en un frasco de color ámbar identificado y conservado bajo refrigeración hasta el día del análisis.

**Tamizaje Fitoquímico:** el ensayo cualitativo preliminar para el extracto metanólico de **BCm** consistió en una serie de reacciones colorimétricas y separaciones cromatográficas que permitieron identificar de forma cualitativa la presencia de alcaloides, antraquinonas, glicósidos, saponinas, flavonoides, cumarinas, mucílagos, taninos, esteroides y fenoles. La Tabla 1 describe los procedimientos utilizados para las diferentes pruebas [13-16].

**Actividad antibacteriana:** la actividad antibacteriana cumplió las especificaciones del método de difusión en agar con discos de papel descrito por Velasco y cols., 2005 [17]. Las bacterias de referencia internacional ensayadas fueron: *S. aureus* (ATCC 25923), *E. faecalis* (ATCC 29212), *E. coli* (ATCC 25922), *K. pneumoniae* (ATCC 23357) y *P. aeruginosa* (ATCC 27853); las mismas se reactivaron desde su medio de conservación a temperatura ambiente y verificada su pureza [18]. Posteriormente, cada inóculo bacteriano se preparó en solución salina al 0,85% m/v ajustando el grado de turbidez con el patrón McFarland N° 0,5 equivalente a 10<sup>6-8</sup> UFC/mL. Los inóculos se sembraron por separado de manera confluyente en la superficie del agar Müller Hinton utilizando un hisopo estéril, luego se colocaron los discos de papel de filtro con un diámetro de 6 mm impregnados con 20 µL del extracto metanólico de **BCm**, solvente (control negativo) y fármacos de referencia para cada microorganismo (controles positivos).

Los medios de cultivo inoculados se preincubaron durante 18 h a 4°C para favorecer la difusión de los compuestos presentes en la muestra de **BCm**. Posteriormente, se incubaron a 37°C durante 24 h para luego realizar las lecturas de los halos de inhibición expresadas en milímetros. Finalmente, se determinó la concentración inhibitoria mínima (**CIM**) frente a aquellos microorganismos que mostraron sensibilidad, preparando diluciones del **BCm** en el rango de concentración de 50 µg/mL a 600 µg/mL [19].

**TABLA 1.**  
Ensayos cualitativos aplicados en la especie *Crinum moorei*.

Metabolito secundario	Reactivos	Resultados	Metabolito secundario	Reactivos	Resultados
<b>Alcaloides</b>	Dragendorff	Precipitado rojo-pardo	<b>Mucilagos</b>	Enfriamiento a 0-5°C	Consistencia gelatinosa
<b>Glicósidos y glicósidos cardiotónicos</b>	NaOH 2N	Amarillo (glicósidos)	<b>Fenoles</b>	FeCl <sub>3</sub> / NaCl 0,9%	Rojo vino, verde o azul.
	Keller-Killiani	Interfase marrón (azúcares 2-desoxigenados)		Lieberman Bouchard	Interfase azul o verde (esteroides), interfase amarillo-anaranjado (triterpenoides)
<b>Antraquinonas</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (conc)	Rojo (quinonas)	<b>Esteroides y triterpenoides</b>	Rosenthaler vainillina	Interfase violeta (triterpenoides).
	NH <sub>4</sub> OH <sub>(conc)</sub>	Rojo (antraquinonas)		Ensayo de Salkowski	Interfase marrón-rojiza (anillo esteroideo)
<b>Flavonoides</b>	Shinoda	Rojo (auronas, flavonas, flavonoles y/o chalconas), anaranjado a rojo, (flavonas) y magenta (flavononas)	<b>Taninos</b>	Solución de gelatina al 1%	Precipitado blanco (taninos)
	Reacción de Pew's	Rojo púrpura o rojo cereza (dihidroflavonas), rosa o café (flavanonas y/o dihidrochalconas)		Solución de gelatina 1% / NaCl 10%:	Precipitado blanco (taninos)
	NaOH 10%	Amarillo a rojo (xantonas y/o flavonas), café a púrpura rojizo (chalconas) y azul (antocianinas)		FeCl <sub>3</sub> 10%	Rojo-vino (compuestos fenólicos), verde intenso (taninos pirocatecólicos) y azul (taninos pirolactánicos)
<b>Cumarinas</b>	NH <sub>4</sub> OH <sub>(conc)</sub>	Fluorescencia de color azul, verde o amarillo a una longitud de onda de 365 nm	<b>Saponinas</b>	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> 1%	Azul (compuestos fenólicos)
				H <sub>2</sub> O	Altura de la espuma entre 8-10 mm estable por 30 minutos.
				NaHCO <sub>3</sub>	Estructura en forma de panal de abeja (saponinas)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis fitoquímico preliminar que se presenta en la Tabla 2 permitió establecer en el extracto metanólico de **BCm** la presencia de una variedad de metabolitos secundarios. En ese sentido, se encontraron elevadas concentraciones de glicósidos y antraquinonas, así como, cantidades moderadas de flavonoides, esteroides, triterpenoides, taninos y saponinas. Finalmente, se comprobó en bajas cantidades alcaloides y fenoles, además de, la ausencia de mucilagos.

Las posibles grupos químicos identificados con las diferentes pruebas de orientación colorimétricas coinciden con los estudios reportados para los extractos crudos obtenidos de las especies *C. amabile*, *C. jagus*, *C. latifolium* y *C. defixum*,

destacándose la presencia de sustancias relacionadas a flavonoides, fenoles, glicósidos, taninos, esteroides, saponinas y alcaloides [8, 20-24]. Otros estudios fitoquímicos especializados para el género *Crinum* aislaron e identificaron un número importante de núcleos alcaloidales con interés farmacológico para el tratamiento de varias patologías, entre los cuales se encuentran: 3-oxocrinina, trisfaeridina, bufanisina, augustina, powelina, licorina, tazettina, galantamina 5 $\alpha$ -hidroxihomolicorina), cripowelline A, cripowelline B, isocraugsodina, cherillina, entre otros [5, 25a, 25b]. También encontraron en menores proporciones otros derivados químicos, tales como: 4- $\alpha$ -hidroxi-7-metoxi-8-metilflavanona, 2',4,4'-trihidroxicalcona y 2',4,4'-trihidroxi-3'-metilcalcona, 5,7-dihidroxi-2,8-dimetilcromeno, noreugenina, estigmasterol, sitosterol [4].

**TABLA 2.**  
Tamizaje fitoquímico del extracto metanólico de *Crinum moorei*.

Metabolito secundario	Pruebas	Resultados BCm	Metabolito secundario	Pruebas	Resultados BCm
Alcaloides	Dragendorff	+	Mucilagos	Enfriamiento a 0-5°C	-
Glicósidos y glicósidos cardiotónicos	NaOH 2N	+++	Fenoles	FeCl <sub>3</sub> / NaCl 0,9%	+
	Keller Killiani	+		Esteroides y triterpenoides	Lieberman Bouchard
Antraquinonas	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (conc)	+++	Taninos	Rosenthaler	+
	NH <sub>4</sub> OH (conc)	++		Salkowski	++
Flavonoides	Reacción de Pew's	++	Saponinas	Gelatina al 1%	+
	Shinoda	+		Gelatina 1% / NaCl 10%:	++
	NaOH 10%	++		FeCl <sub>3</sub> 10%	+
Cumarinas	NH <sub>4</sub> OH (conc)	-		K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> 1%	++
				H <sub>2</sub> O	++
				NaHCO <sub>3</sub>	+

BCm: bulbos *Crinum moorei*, ausente(-), baja: (+), moderada: (++) , alta: (+++)

Los resultados de la actividad antibacteriana que se presentan en la Tabla 3, reflejan la acción inhibitoria selectiva del extracto metanólico de BCm solo frente a las bacterias grampositivas *S. aureus* y *E. faecalis*, con halos de inhibición de 10 mm y 12 mm, respectivamente. Luego de sucesivas diluciones del concentrado alcohólico se determinó una CIM de 100 µg/mL para *S. aureus*, y para *E. faecalis* fue necesaria una mayor proporción de los compuestos activos presentes en la muestra vegetal, estableciéndose la CIM en 500 µg/mL. Tomando en consideración la clasificación descrita por Oliveira y cols. (2013) para determinar la potencia de la actividad antibacteriana de un extracto vegetal, los valores de CIM obtenidos del extracto objeto del presente estudio frente a las bacterias grampositivas, se considera que el mismo

es activo ya que los valores se encuentran dentro del rango de CIM 100 a 500 µg/mL [26]. La actividad biológica observada posiblemente está asociada al sinergismo de las diferentes estructuras químicas oxigenadas que actúan a través de diferentes mecanismos sobre ciertas actividades fisiológicas de los microorganismos, se podría sugerir que dicha actividad está dirigida a inhibir la síntesis del peptidoglicano, componente principal de la pared celular de las bacterias grampositivas [2,27-29]. Los resultados de este estudio avalan el uso etnobotánico de esta especie vegetal, ya que la misma es utilizada por los indígenas para el tratamiento de abscesos en piel, siendo *S. aureus* uno de los microorganismos más frecuente asociado a este cuadro infeccioso.

**TABLA 3.**  
Actividad antibacteriana del extracto metanólico de *Crinum moorei*.

Microorganismos	BCm	Zona de inhibición (mm)*					CIM µg/mL
		Antibióticos					
		LI	VA	CE	AZ	PI	
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)	10*	46*					100
<i>Enterococcus faecalis</i> (ATCC 29212)	12*		22*				500
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922)	NA			36*			NE
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 23357)	NA				46*		NE
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 27853)	NA					26*	NE

LI: Linezolid® (30µg; Oxoid™); VA: Vancomicina® (30µg; Liofilchem s.r.l.); CE: Cefuroxima® (30µg; Oxoid™); AZ: Aztreonam® (30µg; BD BBL™); PI: Piperacilina® (100µg; Oxoid™) CIM: Concentración Inhibitoria Mínima; NA: No activo NE: No ensayado; \*mm: milímetros de los halos de inhibición (disco de 6 mm de diámetro) / promedio 2 ensayos.

En la literatura especializada se encuentran estudios realizados con algunas especies del género *Crinum* que presentan similitudes y diferencias con respecto a la presente investigación. En ese sentido, Rahman y cols. (2011), evaluaron la actividad antibacteriana por el método de difusión en agar con disco del extracto metanólico de bulbos de *Crinum asiaticum*, el cual mostró actividad frente a las bacterias grampositivas: *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* y *S. aureus*, además inhibió algunas bacterias gramnegativas como: *E. coli*, *S. Typhi* y *S. Paratyphi*, con halos de inhibición de 12-14 mm y valores de concentración de 250-1000 mg/disco [30].

Al respecto, Akintola y cols. (2016), reportan la actividad antimicrobiana realizada por el método de difusión en agar con pozos del extracto metanólico crudo y sus diferentes fracciones (hexano, acetato de etilo y metanol) obtenidas de los bulbos de *C. jagus*, quienes señalan que el mismo mostró amplio espectro al inhibir bacterias y hongos. El extracto metanólico crudo fue activo frente a *S. aureus* y *B. subtilis* a una concentración de 6,25 mg/mL, mientras que frente a las bacterias gramnegativas *P. aeruginosa*, *S. Typhi* y *K. pneumoniae*, fue de 50 mg/mL, 25 mg/mL y 6,25 mg/mL, respectivamente. Además fue activo contra las especies de *Candida* ensayadas (*C. albicans*, *C. tropicalis* y *C. krusei*) y los mohos *Aspergillus niger*, *A. flavus* y *Penicillium notatum*, los valores de concentración oscilaron entre 50 y 200 mg/mL [21].

Recientemente, Alawode y cols. (2021), analizaron además del extracto metanólico los extractos con hexano y acetato de etilo de los bulbos de *C. jagus* frente a bacterias y hongos (*S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. Typhi*, *C. albicans*, *A. niger*, *P. notatum* y *Rhizopus stolonifer*) con concentraciones entre 6,25 mg/mL y 200 mg/mL. El extracto metanólico mostró mayor halo de inhibición (28mm) a 200 mg/mL frente a *S. aureus*, y frente a *C. albicans*, *A. niger* y *P. notatum*, con una zona de inhibición de 20mm a 200mg/mL. De igual manera mostró el valor de **CIM** más bajo (2,5mg/mL) contra *S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *E. coli* y *S. Typhi* [31].

Por otra parte, Elaiyaraja y cols. (2015); estudiaron el potencial antimicrobiano de las hojas

de *Crinum defixum* determinando el diámetro de inhibición (**HI**) sobre el crecimiento bacteriano al aplicar el método de difusión en agar con discos de papel. La mayor actividad la obtuvieron a la concentración de 1500 µg/mL con **HI** de 15 mm para *P. vulgaris* y 12 mm contra *E. coli*, asimismo, observaron una moderada acción contra *P. aeruginosa*, *C. albicans* y *Aspergillus flavus* con un **HI** de 10 mm [2].

Otra investigación realizada por Iannello y cols. (2014); evaluó la actividad del extracto metanólico de las hojas de *Crinum angustum* empleando el método de microdilución en caldo con bacterias grampositivas y gramnegativas de referencia internacional y aislados clínicos. Posterior al tiempo de incubación encontraron un efecto sobre el crecimiento de *S. aureus* (IC<sub>50</sub>: 312 µg/mL), *S. epidermidis* (IC<sub>50</sub>: 156 µg/mL), *S. pyogenes* (IC<sub>50</sub>: 312 µg/mL), *E. faecalis* (IC<sub>50</sub>: 312 µg/mL), *K. pneumoniae* (IC<sub>50</sub>: 625 µg/mL) y *C. albicans* (IC<sub>50</sub> de 78 µg/mL). Con relación a las muestras nosocomiales los valores de IC<sub>50</sub> para *S. aureus* resistente a la Meticilina y *K. pneumoniae* resistente a los Carbapenémicos se ubicaron entre 78 µg/mL y 625 µg/mL [1]. Los compuestos hippadina, (2S)-4'-hidroxi-7-metoxiflavano y (2R)-4'-hidroxi-5,7-dimetoxiflavano aislados por cromatografía líquida de alta resolución acoplada a RMN y DESI-EM del extracto etanólico de *Crinum distichum* por Koagne y cols. (2018); presentaron una moderada actividad antibacteriana (32 µg/mL > CIM > 16 µg/mL) contra las variantes de *S. aureus* resistente a la meticilina (SARM) y sensible a la meticilina (SASM), sin embargo, fueron inactivos contra las bacterias gramnegativas *E. coli* y *K. pneumoniae* [32].

El estudio *In Vitro* realizado por Kianfé y cols. (2020); demostró que el extracto butanólico de las hojas y flores de *Crinum glaucum* inhibió el crecimiento *E. faecalis* a la **CIM** de 64 µg/mL. Por su parte, el alcaloide ungeremina presentó actividad contra las bacterias gramnegativas *E. coli* y *P. aeruginosa* a la **CIM** de 8 µg/mL, mientras que, la adenosina mostró actividad a la **CIM** de 32 µg/mL frente al crecimiento del bacilo anaeróbico facultativo *P. mirabilis* [33].

Por otro lado, Okhale y cols. (2018); ensayaron la efectividad antimicrobiana de los aceites esenciales obtenidos por hidrodestilación de los

bulbos frescos de dos especies de *Crinum* recolectadas en la provincia de Chaza –Nigeria. La muestra de *C. ornatum* mostró actividad frente al crecimiento de *P. aeruginosa* (CIM: 50 µg/mL), *C. albicans* (CIM: 50 µg/mL) y *Mycobacterium bovis* (CIM: 25 µg/mL), mientras que, *C. zeylanicum* solo inhibió el crecimiento de la bacteria grampositiva *S. aureus* a la CIM de 25 µg/mL. También observaron para ambas muestras un efecto similar contra *K. pneumoniae* y *E. coli* a la CIM de 100 µg/mL [34].

## CONCLUSIONES

El ensayo químico cualitativo realizado con los **BCm** permitió establecer la presencia de moderada a altas concentraciones de compuestos aromáticos oxigenados del tipo antraquinonas, flavonoides, taninos, saponinas y glicósidos; los mismos provienen principalmente de la ruta del ácido shikímico y son considerados de gran importancia debido a las propiedades antioxidantes, antimicrobiana, citotóxica, entre otras. De igual manera, se encontraron bajas proporciones de alcaloides, así como, la ausencia de mucílagos y cumarinas.

Con relación a la actividad antibacteriana para el extracto de **BCm** se determinó que el mismo es activo frente a las bacterias grampositivas *S. aureus* y *E. faecalis*, con valores de CIM de 100 µg/mL y 500 µg/mL, respectivamente. Los resultados obtenidos estimulan el aislamiento e identificación de nuevas moléculas activas contra bacterias grampositivas, las cuales tienen importancia clínica como causantes de diferentes procesos infecciosos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Iannello C, Bastida J, Bonvicini F, Antognoni F, Gentilomi GA, Poli F. Chemical composition, and in vitro antibacterial and antifungal activity of an alkaloid extract from *Crinum angustum* Steud. Nat Prod Res. 2014; 28(10): 704-710. doi: 10.1080/14786419.2013.877903.

[2] Elaiyaraja A, Chandramohan G, Mariajancyrani J. Antimicrobial activity of *Crinum defixum* Ker-

Gawler leaves. Int Lett Nat Sci. 2015; 46: 8-15. doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.46.8.

[3] Ilavenil SB, Kaleeswaran B, Ravikumar S. Evaluation of antibacterial activity and phytochemical analysis of *Crinum asiaticum*. Int J Curr Res. 2010; 1: 35-40.

[4] Thi Ngoc Tram N, Titorenkova TV, St Bankova V, Handjieva NV, Popov SS. *Crinum* L. (Amaryllidaceae). Fitoterapia. 2002; 73(3):183-208. doi: 10.1016/s0367-326x(02)00068-0.

[5] Rojas-Vera JC, Buitrago-Díaz AA, Possamai LM, Timmers L, Tallini LR, Bastida J. Alkaloid profile and cholinesterase inhibition activity of five species of Amaryllidaceae family collected from Mérida state-Venezuela. S Afr J Bot. 2021; 136: 126-136. doi.org/10.1016/j.sajb.2020.03.001.

[6] Senbeta A, Awas T, Gure A. The qualitative and quantitative phytochemical investigation of *Crinum* species in Ethiopia. International Journal of Photochemistry and Photobiology. 2019; 3(1): 1-9.

[7] Nkanwen ERS, Gatsing D, Ngamga D, Fodouop SPC, Tane P. Antibacterial agents from the leaves of *Crinum purpurascens* herb (Amaryllidaceae). Afr Health Sci. 2009; 9(4): 264-269.

[8] Elaiyaraja A, Chandramohan G, Mariajancyrani J. Antimicrobial activity of *Crinum defixum* Ker-Gawler leaves. Int Lett Nat Sci. 2015; 46: 8-15. doi:10.18052/www.scipress.com/ILNS.46.8.

[9] Sebola TE, Uche-Okerefor NC, Mekuto L, Makatini MM, Green E, Mavumengwana V. Antibacterial and anticancer activity and untargeted secondary metabolite profiling of crude bacterial endophyte extracts from *Crinum macowanii* baker leaves. Int J Microbiol. 2020; 2020:8839490. doi: 10.1155/2020/8839490.

[10] Jenny M, Wondrak A, Zvetkova E, Tram NT, Phi PT, Schennach H, Culig Z, Ueberall F, Fuchs D. *Crinum latifolium* leave extracts suppress immune activation cascades in peripheral blood mononuclear cells and proliferation of prostate tumor cells. Sci Pharm. 2011; 79(2):323-335. doi: 10.3797/scipharm.1011-13.

[11] Presley CC, Krai P, Dalal S, Su Q, Cassera M, Goetz M, Kingston DGI. New potentially bioactive alkaloids from *Crinum erubescens*. Bioorg Med

- Chem. 2016; 24(21):5418-5422. doi: 10.1016/j.bmc.2016.08.058.
- [12] Minkah PAB, Danquah CA. Anti-infective, anti-inflammatory and antipyretic activities of the bulb extracts of *Crinum jagus* (J. Thomps.) Dandy (Amaryllidaceae). Scientific African. 2021; 12; e00723. doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00723.
- [13] Buitrago-Díaz AA, Rojas-Vera J, Velasco-Carrillo J. Análisis fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antibacteriana de fracciones de diferentes polaridades obtenidas de *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch y *Vismia macrophylla* Kunth. Rev Fac Farm. 2020; 62(Número Especial): 15-22.
- [14] Tiwari P, Kumar B, Kaur M, Kaur G, Kaur H. Phytochemical screening and extraction: A review. Internationale Pharmaceutica Scientia. 2011; 1: 98-106.
- [15] Trease GE, Evans WC. Pharmacognosy. London, England: Saunders Publishers; 2002.
- [16] Shyamala-Gowri S, Vasantha K. Phytochemical screening and antibacterial activity of *Syzygium cumini* (L.) (Myrtaceae) leaves extracts. Int J Pharm Tech Res. 2010; 2: 1569-1573.
- [17] Velasco J, Contreras E, Buitrago D, Velasco E. Efecto antibacteriano de *Virola sebifera* sobre *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. Ciencia. 2005; 13(4): 411-415.
- [18] Weng-Alemán Z, Álvarez MI, Díaz OE, Rodríguez M. Recobrado de *Salmonella* sp. conservadas por método simple a temperatura ambiente. Vaccimonitor. 2003; 12(3): 5-10.
- [19] Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for antimicrobial susceptibility testing, 30<sup>th</sup>. [Página Web] 2020 [acceso: 5 de diciembre de 2020]. Disponible en: [https://www.clsi.org/media/3481/m100ed30\\_samp le.pdf](https://www.clsi.org/media/3481/m100ed30_samp le.pdf)
- [20] Vinuesa D, Portero S, Pilco G, García M, Acosta K, Abdo S. *In Vitro* anti-inflammatory and cytotoxicity of *Crinum x amabile* grown in Ecuador. Asian J Pharm Clin Res. 2018; 11(10): 99-103. doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i10.26962.
- [21] Akintola AO, Maduagwu EN, Adegoke AO, Kehinde BD, Ademowo OG. Antimicrobial activities of crude methanolic extract and fractions of the bulb of *Crinum jagus* (Linn). International Education and Research Journal. 2016; 2(6): 31-35.
- [22] Yadav M, Meena AK, Rao MM, Mangal AK, Chahal A. Physicochemical and preliminary phytochemical studies on the leaves of *Crinum latifolium* Linn. Research Journal Pharmacognosy and Phytochemistry. 2011; 3(3): 120-123.
- [23] Abubakar UD, Wakili FT. Phytochemical screening and elemental analysis of the *Crinum jagus* bulb. J Chem Soc. 2017; 42(2): 53-55.
- [24] Sikder L, Alim MI, Saieda B, Islam MT, Martorell M, Sharifi-Rad J, Khan SA. Pharmacological activities of *Crinum viviparum*: A laboratory-based study, Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants. 2021; 27(2): 177-187. doi: 10.1080/10496475.2021.1891177
- [25] <sup>a</sup>Refaat J, Mohamed SK, Mahmoud AR, Ahmed AA. *Crinum*; An endless source of bioactive principles: a review. Part I- *Crinum* alkaloids: lycorine type alkaloids. Int J Pharm Sci Res. 2012; 3(7): 1883-1890. <sup>b</sup>Refaat J, Mohamed SK, Mahmoud AR, Ahmed AA. *Crinum*; An endless source of bioactive principles: A review. Part II- *Crinum* alkaloids: crinine type alkaloids. Int J Pharm Sci Res. 2012; 3(9): 3091-3100.
- [26] Oliveira Silva AC, Fonseca Santana E, Saraiva AM, Coutinho FN, Acre Castro RH, Caetano Pisciotano MN, Cavalcanti Amorim EL, Albuquerque UP. Which Approach is more effective in the selection of plants with antimicrobial activity? Evid Based Complement Alternat Med. 2013; 2013: Article ID 308980. doi: 10.1155/2013/308980.
- [27] Kuete V. Potential of Cameroonian plants and derived products against microbial infections: a review. Planta Med. 2010; 76(14):1479-1491. doi: 10.1055/s-0030-1250027.
- [28] Bakht N, Humaira F, Madiha A, Haq I. Recent trends and methods in antimicrobial drug discovery from plant sources. Austin J Microbiol. 2015; 1(1): 1-12.
- [29] Calvo J, Martínez-Martínez L. Mecanismos de acción de los antimicrobianos. Enferm. Infecc Microbiol Clín. 2009; 27(1): 44-52.
- [30] Rahman A, Sharmin R, Uddin N, Rana S, Ahmed NU. Antibacterial, antioxidant and

cytotoxic properties of *Crinum asiaticum* bulb extract. Bangladesh J Microbiol. 2011; 28(1): 1-5. doi: <https://doi.org/10.3329/bjm.v28i1.11801>.

[31] Alawode, TT, Lajide L, Owolabi BJ, Olaleye MT. Investigation of bulb extracts of *Crinum jagus* for antibacterial and antifungal activities. J Appl Sci Environ Manage. 2021; 25(1): 113-117. doi: [10.4314/jasem.v25i1.16](https://doi.org/10.4314/jasem.v25i1.16).

[32] Koagne RR, Annang F, de la Cruz M, Bitchagno GTM, Perez-Victoria I, Konga IS, Vicente F, Reyes F, Tane P. Antibacterial activity of flavans from *Crinum distichum*. Nat Product Commun. 2018; 13(12): 1637-1638. doi: [10.1177/1934578X1801301216](https://doi.org/10.1177/1934578X1801301216).

[33] Kianfé BY, Kühlborn J, Tchuenguem RT, Tchehgnitegni BT, Ponou BK, Groß J, Teponno RB, Dzoyem JP, Opatz T, Tapondjou LA. Antimicrobial secondary metabolites from the

medicinal plant *Crinum glaucum* A. Chev. (Amaryllidaceae). S Afr J Bot. 2020; 133: 161-166. doi: [10.1016/j.sajb.2020.07.026](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.07.026).

[34] Okhale SE, Buba CI, Oladosu P, Okoro IJ, Ugbabe GE, Ibrahim JA, Egharevba HO, Kunle OF. Chemical constituents and antibacterial activities of the volatile oils of *Crinum zeylanicum* L and *Crinum ornatum* (Ait) bulb. Int. J Mod Pharm Res. 2018; 2(2): 01-07.

**Rojas-Vera Janne**, Orcid ID: 0000-0001-5161-6778

**Buitrago-Díaz Alexis**, Orcid ID: 0000-0001-6482-5907

**Velasco-Carrillo Judith**, Orcid ID: 0000-0002-4579-2772

Artículo original

## Calidad fisicoquímica de los lagos Colta y Cuicocha ubicados en la alta montaña del Ecuador.

Physicochemical quality of lakes Colta and Cuicocha located in the high mountains of Ecuador.

González Marco<sup>1</sup>, Vásquez Paola<sup>1</sup>, Alarcón Diego<sup>1</sup>, Araque Judith<sup>1</sup>, Viteri Francisco<sup>1</sup>, Villacis Luis<sup>1</sup>, Pinto Gustavo<sup>1</sup>, Escobar Sandra<sup>2</sup>, Medina Gerardo<sup>3</sup>, Andueza Félix<sup>1,3\*</sup>.

<sup>1</sup>Facultad FIGEMPA, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador. <sup>3</sup>Postgrado Química de Medicamentos mención Biotecnología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Recibido: 28 de junio de 2021 –Aceptado: 18 de septiembre de 2021

### RESUMEN

Los lagos de alta montaña son ecosistemas muy frágiles sujetos a variaciones en las características fisicoquímicas que influyen en sus condiciones biológicas y ecológicas. En Ecuador existe una gran diversidad de lagos de alta montaña que se han estado investigando en los últimos años. En este sentido, se realizó el presente trabajo para conocer los factores fisicoquímicos actuales en los lagos Colta y Cuicocha situados en las provincias del Chimborazo e Imbabura del Ecuador. Se realizaron mediciones de conductividad eléctrica, pH, sólidos totales disueltos y temperatura por un periodo de dos años utilizando un equipo multiparámetro. Los resultados obtenidos indican para el lago Colta un pH con valores entre 8,69 y 9,10 y valor promedio de 8,87, temperatura entre 17,36 y 18,31 °C con un valor promedio de 17,91 °C, conductividad eléctrica con valores desde 1024 a 1123  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y valor promedio de 1085  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y para los sólidos totales disueltos valores entre 627 a 742 mg/L y valor promedio de 680 mg/L. Para el lago Cuicocha se obtuvo un pH con valores entre 7,88 y 7,99 y valor promedio de 7,96, temperatura entre 14,1 y 14,5 °C y valor promedio de 14,2 °C, conductividad eléctrica con valores desde 763 a 770  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y valor promedio de 766  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sólidos totales disueltos entre 504 a 508 mg/L y valor promedio de 506

mg/L. Los resultados obtenidos indican características fisicoquímicas constantes a lo largo del espacio y del tiempo en ambos lagos, aunque difieren en algunas de ellas.

### PALABRAS CLAVE

Lagos de alta montaña, calidad fisicoquímica, Colta, Cuicocha, pH, conductividad, sólidos totales disueltos.

### ABSTRACT

High mountain lakes are very fragile ecosystems subject to variations in the physicochemical characteristics that influence their biological and ecological conditions. In Ecuador there is a great diversity of high mountain lakes that have been investigated in recent years. In this sense, the present work was carried out to know the physicochemical factors in the Colta and Cuicocha lakes located in the Chimborazo and Imbabura provinces of Ecuador. Measurements of electrical conductivity, pH, total dissolved solids and temperature were carried out for a period of two years using a multiparameter equipment. The results obtained indicate for lake Colta a pH with values between 8.69 and 9.10 and an average value of 8.87, temperature between 17.36 and 18.31 °C

with an average value of 17.91°C, electrical conductivity with values from 1024 to 1123  $\mu\text{S}/\text{cm}$  and average value of 1085  $\mu\text{S}/\text{cm}$  and for total dissolved solids values between 627 to 742 mg/L and average value of 680 mg/L. For lake Cuicocha, a pH was obtained with values between 7.88 and 7.99 and an average value of 7.96 temperature between 14.1 and 14.5°C and an average value of 14.2°C, electrical conductivity with values from 763 to 770  $\mu\text{S}/\text{cm}$  and average value of 766  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , total dissolved solids between 504 to 508 mg/L and average value of 506 mg/L. The results obtained indicate constant physicochemical characteristics throughout space and time in both lakes, although they differ in some of them.

## KEY WORDS

High mountain lakes, physicochemical quality, Colta, Cuicocha, pH, conductivity, total dissolved solids.

## INTRODUCCIÓN

Los lagos y lagunas como reservorios de agua son ecosistemas muy importantes para el equilibrio ecológico y el reciclado de los elementos químicos en el planeta. Son excelentes sensores o detectores tempranos de cambios climáticos o ambientales, proporcionan información sobre las tendencias del clima a escala regional o mundial [1,2].

Dentro de los ecosistemas lacustres encontramos los denominados lagos de alta montaña, ecosistemas acuáticos que se encuentran por encima de los 2200 m.s.n.m., estos lagos constituyen una red de amortiguación de caudales y sedimentos provenientes de las cuencas altas, constituyendo una importante reserva hídrica y de biodiversidad [3,4].

Los lagos de alta montaña son uno de los recursos más vulnerables a la contaminación y a los cambios fisicoquímicos [5]. En particular, los lagos altoandinos tropicales son ecosistemas acuáticos

con características especiales, de los cuales existen pocos estudios [5,6].

En Ecuador existe una gran variedad de lagos y lagunas, tanto de alta montaña, como lacustres, cratéricas y humedales, algunas de ellas de origen volcánico y se han realizado algunas investigaciones geológicas, hidrológicas, limnológicas, microbiológicas y químicas [7,8,9,10].

En este contexto, se presenta el presente estudio en donde se investigó desde el punto de vista de la calidad fisicoquímica de sus aguas, el lago Colta y el lago Cuicocha, situados en las provincias del Chimborazo e Imbabura del Ecuador, respectivamente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de muestreo:** El trabajo se realizó en el lago Colta en el Cantón Colta de la Provincia del Chimborazo, Ecuador (Figura 1). Esta localidad posee un clima mesotérmico seco que es característico de la región interandina donde el relieve juega un rol importante en las variaciones de la temperatura, observándose un rango de temperatura anual promedio en los flancos de la cordilleras que se encuentran entre los 1500 y 3200 m s. n. m., entre 12 y 19°C, mientras que, en la zona de los páramos, a una altura de 3200 a 4650 m s. n. m., la temperatura promedio anual oscila entre los 2 a 8°C. La cantidad de lluvia en esta zona es irregular durante el año, presentando valores en las precipitaciones entre 500 a 1600 mm anuales [9].



**Fig. 1** Ubicación geográfica y vista del Lago Colta. Provincia del Chimborazo-Ecuador. (Google Maps, 2021, Sandra Escobar, 2019).

De igual forma, el estudio también se llevó a cabo en el lago Cuicocha, que es un lago craterico ubicado en la cordillera occidental de los Andes ecuatorianos, ubicados a unos 100 km al norte de Quito, cerca de la población de Otavalo [10,11]. Está situado a una altura de 3072 metros sobre el nivel del mar, posee un diámetro de 3,2 km, una superficie de 3,78 km<sup>2</sup> y una profundidad máxima de 148 metros (Figura 2).



**Fig. 2** Ubicación geográfica y vista del lago Cuicocha. Provincia de Imbabura-Ecuador. (Google Maps, 2021, Paola Vásquez, 2021).

**Muestras:** Para realizar el presente trabajo se realizaron cuatro campañas de muestreos entre los años 2019 y 2021 en los lagos Colta y Cuicocha, en diferentes épocas del año, de manera de poder incluir muestreos en la época de lluvia y muestreos durante la época de verano. Las muestras de agua se recolectaron por duplicado en 5 sitios seleccionados a lo largo y ancho de cada uno de los lagos a nivel de la superficie. Se identificaron las coordenadas geográficas de los sitios de recolección mediante un GPS marca Hanna (Tabla 1 y 2).

**TABLA 1.**

Geolocalización de los puntos de muestreos en el lago Colta. Provincia del Chimborazo. Ecuador.

Puntos de muestreo	Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
P1	749313,6	9808261,5
P2	749467,1	9808127,3
P3	749565,3	9807537,5
P4	749243,1	9808418,1
P5	749719,4	9808849,8

**TABLA 2.**

Geolocalización de los puntos de muestreos en el lago Cuicocha. Provincia del Imbabura. Ecuador.

Puntos de muestreo	Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
L1	794757,125	10035418,128
L2	794528,541	10033654,415
L3	794211,414	10034205,851
L4	793414,451	10033712,455
L5	792325,323	10033437,150

En cada ocasión, se recolectaron muestras de agua de 1 litro en cada uno de los sitios de muestreos seleccionados. Para la recolección de las muestras se utilizaron frascos esterilizados y un muestreador de agua Van Dorn [12,13].

**Análisis fisicoquímicos “in situ” del agua de los lagos Colta y Cuicocha. Provincia del Chimborazo e Imbabura. Ecuador:** Los análisis fisicoquímicos se realizaron “In Situ” en el agua de los lagos Colta y Cuicocha, en cada uno de los puntos de muestreos seleccionados (Ver Tablas 1 y 2), utilizando para ello un equipo medidor multiparámetro de marca HANNA, calibrado de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

## RESULTADOS

En las Tabla 3 se muestran los valores promedios por punto de muestreo obtenidos durante los cuatro muestreos realizados entre los años 2019 y 2021 en el agua del lago Colta. Al observar los datos de la tabla 3 se puede indicar, de manera general, que el agua del lago Colta presenta un pH alcalino con valores entre 8,69 y 9,10 y un valor promedio de 8,87, una temperatura media entre 17,36 y 18,31°C con un valor promedio de 17,91°C, conductividad eléctrica apreciable con un rango de valores a lo largo de la laguna desde 1024 a 1123 µS/cm y un valor promedio de 1085 µS/cm, alta cantidad de sólidos totales disueltos que varían entre 627 a 742 mg/L y un valor promedio de 680 mg/L. En general no hay diferencias significativas en los valores obtenidos a lo largo del muestreo ( $p > 0,05$ )

Por otra parte, en la Tabla 4 se muestran los resultados promedios obtenidos durante los cuatro muestreos realizados entre los años 2019 y 2021 en el agua del lago Cuicocha. Al observar los datos de

la tabla 4 se puede indicar que el agua del lago Cuicocha presenta un pH ligeramente alcalino con valores entre 7,88 y 7,99 y un valor promedio de 7,96, una temperatura media entre 14,1 y 14,5°C con un valor promedio de 14,2°C, conductividad eléctrica apreciable con un rango de valores a lo

largo de la laguna desde 763 a 770  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y un valor promedio de 766  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alta cantidad de sólidos totales disueltos que varían entre 504 a 508 mg/L y un valor promedio de 506 mg/L. En general no se observan diferencias significativas en los valores obtenidos a lo largo del muestreo ( $p > 0,05$ ).

**TABLA 3.**

Valores promedios por punto de muestreo de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el agua del lago Colta. Provincia del Chimborazo. Ecuador, entre los años 2019-2021.

Parámetros fisicoquímicos/	Puntos de muestreos					Promedio general	Estadístico ( $p > 0,05$ )
	P1	P2	P3	P4	P5		
Temperatura (°C)	18,11±0,3	18,31±0,4	17,78±0,3	18,01±0,2	17,36±0,6	17,91±0,4	0,057
Conductividad eléctrica (us/cm)	1079±70,8	1095±97,1	1104±14	1123±139	1024±51,4	1085±37,6	0,070
pH	8,94 ±0,2	9,10±0,2	8,72±0,1	8,69±0,1	8,91±0,2	8,87±0,17	0,075
Sólidos totales disueltos (mg/L)	718±71,2	742±93,6	635±54,9	680±107	627±51,4	680±50,3	0,068

**TABLA 4.**

Valores promedios por punto de muestreo de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el agua del lago Cuicocha. Provincia del Imbabura. Ecuador entre, los años 2019-2021.

Parámetros fisicoquímicos/	Puntos de muestreos					Promedio general	Estadístico ( $p > 0,05$ )
	L1	L2	L3	L4	L5		
Temperatura (°C)	14,2±0,1	14,1±0,3	14,1±0,2	14,2±0,3	14,2±0,2	14,2±0,1	0,083
Conductividad eléctrica (us/cm)	768±2,3	765±9,9	770±10,4	765±4,3	763±17,4	766±2,3	0,071
pH	7,97±0,04	7,97±0,05	7,88±0,2	7,99±0,1	7,99±0,2	7,96±0,04	0,085
Sólidos totales disueltos (mg/L)	506±1,6	505±3,6	508±4,1	505±10,3	504±1,7	506±1,3	0,064

En relación con los valores de pH obtenidos, se puede observar que en el caso del agua del lago Colta se encuentra dentro de los límites máximos permisibles según la normativa ambiental ecuatoriana vigente, que establece valores entre 6,50-9,00 para cuerpos de agua utilizados con fines recreativos y para el agua del lago Cuicocha los valores de pH estarían de acuerdo con la normativa [14].

Autores en diversas partes del mundo y de Ecuador han indicado que las aguas de estos tipos de ecosistemas lacustres presentan valores de pH entre 6 y 9, valores similares a los encontrados en el presente estudio para ambos lagos investigados [7,10,15-17].

Una posible explicación para los valores pH alcalino observado el lago Colta pudiera estar en el

hecho de que una alta actividad fotosintética, debida a la comunidad de algas y de bacterias que se encuentran en la laguna, pudiera sobresaturar de oxígeno al sistema acuático, provocando agotamiento de dióxido de carbono y con ello un aumento de los valores del pH del agua, lo que implicaría un activo proceso de eutroficación [18]. En el caso del lago craterico Cuicocha se ha indicado que en términos generales que el pH de los lagos volcánicos cratericos en otras partes del mundo, varían desde los extremos acidos con pH cercano a 1, hasta alcalinos y neutros con pH entre 9 y 7, estos últimos similares a los encontrados en el trabajo [19,20].

La temperatura fue otro de los parámetros fisicoquímicos analizados, observándose un valor promedio global para el agua del lago Colta de

17,91°C, lo cual equivale a un agua con una temperatura media (Ver Tabla 3). Para el lago Cuicocha se logró determinar en el agua un valor mínimo de temperatura de 14,10°C y un valor máximo de 14,20°C, siendo el promedio de temperatura para el agua del lago de 14,20°C, correspondiendo a un agua con temperaturas ligeramente frías (Ver Tabla 4).

Los valores de temperatura obtenidos a lo largo de la investigación en los lagos indican un patrón térmico estable con pocas fluctuaciones anuales (Ver Tablas 3 y 4) con diferencias no significativas entre los valores obtenidos ( $p > 0,05$ ). Una de las características más sobresalientes de las zonas tropicales es la poca variación que presenta la temperatura a lo largo del año, con variaciones determinadas por la altura en metros sobre el nivel del mar como es el caso de los lagos de Colta y Cuicocha, situados por encima de los 3000 m s. n. m., originando pisos térmicos con rangos de temperatura estable. Este hecho a su vez determina que en los lagos de estas zonas las fases de circulación y estratificación no sigan un ritmo anual, tal como ocurre en las zonas templadas, sino que varían de acuerdo con las condiciones locales [17,18]

Dentro de los factores fisicoquímicos investigados también estuvo la conductividad eléctrica. Los resultados obtenidos para el agua del lago Colta indican que el valor más alto fue de 1123  $\mu\text{S/cm}$  y el menor valor de 1024  $\mu\text{S/cm}$ . El valor promedio para la conductividad eléctrica del agua del lago fue de 1085  $\mu\text{S/cm}$  (Ver Tabla 3). En lo que atañe a la conductividad eléctrica evaluada en el agua del lago Cuicocha se observa que el valor más alto fue de 770  $\mu\text{S/cm}$  y el menor valor de 763  $\mu\text{S/cm}$ , con un valor promedio de 766  $\mu\text{S/cm}$  (Ver Tabla 4).

Los valores de los datos obtenidos en la conductividad eléctrica para ambos lagos fueron distintos ( $p < 0,05$ ), siendo mayor para el caso del lago Colta, aunque para el lago Cuicocha se obtuvieron valores apreciables e indicando que, en ambos casos, se trata de aguas de mineralización alta y no serían aptas para consumo humano, sobre todo la del lago Colta [14,18].

Los datos de conductividad eléctrica para ambos lagos estarían indicando por una parte, una

alta concentración de sales presentes, y por la otra parte, posible actividad de procesos geoquímico y geo microbiológicos dentro de la estructura de los lagos [18,20,21].

Otro parámetro valorado fue el contenido de sólidos disueltos. Los valores encontrados para los sólidos disueltos resultaron muy semejantes ( $p > 0,05$ ) en ambos lagos (Ver Tablas 3 y 4) y son similares a los observados para el lago San Pablo [7] y mucho menores a los obtenidos en los lagos Cube [22].

Los altos valores de sólidos disueltos observados en la laguna Colta pueden deberse probablemente a la descarga de desechos domésticos y al arrastre de la escorrentía de abonos agrícolas utilizados por los habitantes de la zona, situación que pudiera estar evidenciando un problema significativo de aumento de los niveles de eutroficación en el lago como han sido evidenciados en otros sistemas lacustres ecuatorianos [23,24].

En el caso del lago Cuicocha la presencia de una alta cantidad de sólidos disueltos pudiera estar evidenciando un proceso activo geoquímico en la caldera que ocupa el lago, influenciado posiblemente por procesos hidrotermales [25,26].

## CONCLUSIONES

El rango de valores y los promedios obtenidos en los parámetros fisicoquímicos estudiados evidencian que los lagos Colta y Cuicocha son ecosistemas acuáticos con características fisicoquímicas estables en las diferentes zonas de los lagos, a lo largo del año y de las estaciones climáticas que se presentan en la región y estarían en procesos diferentes de eutroficación.

## AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento a la Dirección de Investigaciones de la Universidad Central del Ecuador por facilitar los fondos económicos para el desarrollo de parte del presente trabajo a través del proyecto senior UCE-045.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Granados I, Toro M. Conservación de los lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica. Madrid (España): Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid; 2000. p 33-50.
- [2] Ventura M. Los lagos de alta montaña como sensores del cambio climático. Impactos en los ecosistemas acuáticos. Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC. [Página Web]. 2018. [Acceso el día 11 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Lagos-alta-montaña-CC.pdf>.
- [3] Catalán J, Camarero L, Felip M, Pla S, Ventura M, Buchaca T, Bartumeus F, De Mendoza G, Miró A, Casamayor EO. High mountain lakes: extreme habitats and witnesses of environmental changes. *Limnetica*. 2006; 25 (1-2): 551-584.
- [4] Fuentes-Pérez JF, Navarro Hevia J, Ruiz Legazpi J, García-Vega A. Inventario y caracterización morfológica de lagos y lagunas de alta montaña en las provincias de Palencia y León (España). *Pirineos*. 2015; 170: 1-18. doi.org/10.3989/Pirineos.2015.170006.
- [5] Rascón J, Corroto F, Leiva-Tafur D, Gamarra O. Variaciones limnológicas espaciotemporales de un lago altoandino tropical al norte de Perú. *Ecol Austral*. 2021; 31: 343-356.
- [6] Aranguren-Riaño NJ, Shurin JB, Pedroza-Ramos A, Muñoz-López CL, López R, Cely O. Sources of nutrients behind recent eutrophication of Lake de Tota, a high mountain Andean lake. *Aquat Sci*. 2018; 80:39. doi.org/10.1007/s00027-018-0588-x
- [7] Casallas J, Gunkel G. Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino, el Lago San Pablo, Ecuador, *Limnetica*. 2002; 20: 29-46.
- [8] Steinitz-Kannan M, Colinvaux-Kannan P. Limnological studies in Ecuador. A survey of chemical and physical properties of Ecuadorian lakes. *Archiv. Hydrobiol*. 1983; 65 (Supplement): 61-105.
- [9] Guaminga-Cava ER. Caracterización del sistema hidrogeológico de la laguna de Colta, cantón Colta, provincia de Chimborazo. [Tesis de pregrado]. Guayaquil. Ecuador Universidad de Guayaquil; 2019.
- [10] González M, Acuña J, Escobar J, Viteri F, Villacis L, Parra Y, Araujo L, Araque J, Andueza F. Calidad fisicoquímica del agua de la laguna volcánica craterica Quilotoa. Cotopaxi. Ecuador. *Rev. Perspectiva*. 2020; 21(1): 71-83.
- [11] Gunkel G, Beulker C, Grupe B, Viteri F. Survey and assessment of post volcanic activities of a young caldera Lake Cuicocha, Ecuador. *Nat. Hazards Earth Syst Sci*. 2009; 9: 699-712.
- [12] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Agua. Calidad del Agua. Manejo y Conservación de Muestras. NTE INEN 2169:2013. Primera Edición. Quito-Ecuador. 2013.
- [13] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Agua. Calidad del Agua. Técnicas de Muestreo. NTE INEN 2176:2013. Primera Edición. Quito-Ecuador. 2013.
- [14] Tulsma. Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. En: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Registro Oficial. Quito. Ecuador. 2015. pp. 185-190.
- [15] Quirós R., Rosso JJ, Rennella A, Sosnovsky A, Boveri M. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interciencia*. 2002; 27(11): 584-591.
- [16] Minor EC, Tennant CJ, Brown ET. A seasonal to interannual view of inorganic and organic carbon and pH in western Lake Superior. *J Geophys*. 2019; 124: 405-419. doi.org/10.1029/2018JG004664.
- [17] Verma AK, Prakash S. Limnological Studies of Semara Taal, A wetland of District Siddharthnagar (U.P.). *J Fish Aquat Sci*. 2020; 5(1):15-19.
- [18] Roldan G, Ramírez JJ. Fundamentos de limnología neotropical. Segunda Edición. Medellín (Colombia): Editorial Universidad de Antioquia. 2008. pp. 180-235.
- [19] Christenson B, Németh K, Rouwet D, Tassi F, Vandemeulebrouck J, Varekamp J. Volcanic Lakes. *Advances in Volcanology*. Berlin (Alemania): Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2015. pp 154-187.

- [20] Ohba T, Capaccioni B, Caudron C. *Geochemistry and Geophysics of Active Volcanic Lakes*. London (UK): The Geological Society of London. 2017; pp 53-89.
- [21] Ohba T, Ooki S, Oginuma Y, Yoshida H, Ntchantcho R, Ako A, Tawedi R, Ayissi M, Anyileke G, Hell J. Temperature and electrical conductivity of water in Lake Nyos transmitted by automatic observation buoy. *J African Earth Sci*. 2020; 172: 1-8.
- [22] Haro C, Freddy G. *Caracterización fisicoquímica de la columna de agua en la Laguna Cube*. [Tesis de pregrado]. Quito. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 2018.
- [23] Sierra CA. *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Primera edición. Medellín (Colombia): Universidad de Medellín. 2011; pp 63-98.
- [24] Rosas Espinoza A. *Análisis de la incidencia antrópica en el humedal Abras de Mantequilla del Cantón Vinces Provincia de los Ríos, mediante la generación de índices bióticos*. [Tesis de Maestría]. Quito. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. 2018.
- [25] Gunkell G, Viteri F, Beulker C, Grupe B. *Accumulation of carbon dioxide in deep caldera lakes of Ecuador: Evaluation and monitoring of possible gas eruptions*. Quito (Ecuador): FIGEMPA; 2007; pp 1-14.
- [26] Gunkel G, Beulker C, Grupe B, Viteri F. *Hazards of volcanic lakes: Analysis of lakes Quilotoa and Cuicocha Ecuador*. *Advances in Geoscience*, European Geosciences Union. 2008; 14: 29-33.
- González Marco**, Orcid ID: 0000-0002-2072-4976
- Araque Judith**, Orcid ID: 0000-0002-6423-9622
- Viteri Francisco**, Orcid ID: 0000-0001-8698-7536
- Villacis Luis**, Orcid ID: 0000-0002-7383-4546
- Pinto Gustavo**, Orcid ID: 0000-0002-6912-8083
- Escobar Sandra**, Orcid ID: 0000-0002-3347-0282
- Medina Gerardo**, Orcid ID: 0000-0002-4782-7924
- Andueza Félix**, Orcid ID: 0000-0002-9046-8883

## NORMAS EDITORIALES

La Revista de la Facultad de Farmacia (Rev Fac Farm) es una publicación editada por la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, Mérida, República Bolivariana de Venezuela. La revista es arbitrada e indizada y tiene como objetivo publicar Trabajos Originales (inéditos producto de estudios terminados), Revisiones, Reporte de Casos Clínicos, Comunicaciones y Cartas al Editor, que versen sobre las siguientes áreas del conocimiento: Etnobotánica, Química Orgánica, Química Inorgánica, Química Analítica, Química Medicinal, Fitoquímica, Ciencias de los Alimentos, Galénica, Tecnología Industrial, Análisis de Medicamentos, Física, Físicoquímica, Estadística Aplicada a las Ciencias de la Salud, Microbiología, Parasitología, Inmunología, Hematología, Farmacología, Toxicología, Fisiología, Citología, Farmacocinética, Mercadotecnia, Historia de la Farmacia y Bioanálisis, Farmacognosia, Nutrición en Salud Pública y Biotecnología. Los manuscritos deben ser concisos, correctos en su estilo y escritos en idioma español, inglés o portugués. El Comité Editorial (CE) tiene prevista la publicación de un volumen y dos números al año, con la extensión que se estime conveniente.

### ENVÍO DEL MANUSCRITO

Los autores deben enviar el archivo del manuscrito en programa "Word for Windows" a través de los siguientes correos: revfarm@ula.ve o revfarmacia@gmail.com. Es necesario que el autor principal envíe una comunicación al Editor, en donde solicita la consideración del material adjunto para la publicación en alguna de las secciones de la Revista, con indicación expresa, de tratarse de un trabajo original, de no haber sido publicado excepto en forma de resumen y que sólo ha sido enviado a la Revista de la Facultad de Farmacia. Además, debe incluir la autorización, donde todos los autores aceptan con su firma, que han participado activamente en el desarrollo y ejecución de dicha investigación, y que conocen que está siendo enviado a publicación sin percibir remuneración alguna.

### SISTEMA DE ARBITRAJE

Todos los trabajos serán sometidos a consideración del CE de la Revista, el cual decidirá si el trabajo debe ser enviado a arbitraje o es devuelto por no cumplir con las normas editoriales establecidas. El arbitraje de doble ciego será realizado por al menos tres expertos en el área objeto de la comunicación. Se cuenta con la participación de especialistas, provenientes de diferentes instituciones locales, nacionales, así como internacionales. En caso de existir sugerencias por parte de los evaluadores para mejorar la calidad de los trabajos, serán devueltos a sus autores para las debidas correcciones, las cuales deben cumplirse, siendo posible apelar con la debida justificación en cada caso. Para facilitar el proceso de arbitraje, los autores deberán enviar una lista de seis posibles árbitros (Nacionales e Internacionales) con sus respectivas direcciones de correo electrónico.

### NORMAS EDITORIALES

Los textos deben estar compuestos por las siguientes secciones:

**Revisiones:** Según los criterios establecidos por el CE, para incluir revisiones en la Revista de la Facultad de Farmacia se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Al menos uno de los autores debe tener un mínimo de tres trabajos sobre el tema, publicados en revistas indexadas y arbitradas y por lo menos una de esas revistas debe ser Tipo A.
- Las revisiones pueden ser solicitadas al autor (es) por el CE o propuestas por el autor (es) al CE, sobre temas seleccionados. Estructura: Resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, cuerpo o desarrollo, conclusión (es), referencias bibliográficas, de acuerdo a las mismas instrucciones de los trabajos originales.

**Trabajos originales:** Se le da prioridad a los artículos originales. Estructura: Resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusión (es), agradecimientos (prescindible) y referencias bibliográficas,

# REGLAMENTO PARA EL ARBITRAJE

## CAPÍTULO 1

### *Disposiciones Fundamentales*

**Artículo 1.** El presente **REGLAMENTO** tiene por objeto normar los principios rectores del Arbitraje de los Trabajos de Investigación, enviados por autores al Editor para su aceptación en la Revista de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Los Andes.

**Artículo 2.** La recepción de un Trabajo de Investigación por parte del Editor, no implica por fuerza su aceptación para ser publicado en cualquiera de los volúmenes de la Revista de la Facultad que se editen en un año. Además, no se recibirán trabajos para arbitraje que no estén acompañados de un oficio dirigido al Editor de la Revista, firmado por el autor (o responsable de una publicación en caso de ser colectiva).

**Artículo 3.** El Editor podrá recibir trabajos de investigación para su Arbitraje de cualquier autor de algunas de las Facultades de la Universidad de Los Andes, en primera instancia. En segundo lugar, de cualquier autor adscrito a cualquier universidad pública o privada del país. En tercer lugar, de autores de universidades extranjeras con preeminencia de América Latina.

**Artículo 4.** El Editor se reserva el Derecho de Admisión de los trabajos con base en lo establecido en el presente **REGLAMENTO**, y en las Instrucciones para los Autores, publicada en cada volumen editado de la Revista de la Facultad de Farmacia.

**Artículo 5.** El Editor no recibirá para su consideración de arbitraje trabajos divulgativos en cualquiera de las áreas de competencia de la Revista de la Facultad de Farmacia.

**Artículo 6.** El Editor aceptará para su arbitraje trabajos de investigación documental con aportes sustanciales al conocimiento científico de cualquiera de las áreas de competencia de la Revista de la Facultad de Farmacia, y que se ajusten a lo estipulado en las Instrucciones para los autores.

## CAPÍTULO 2

### *De los Árbitros y de su Competencia*

**Artículo 7.** El número de miembros del Comité de Arbitraje estará supeditado a las áreas de

competencia de la Revista de la Facultad de Farmacia. En todo caso, algunos miembros del Comité podrán fungir como representantes hasta de tres áreas del conocimiento, de acuerdo con su formación y experiencia científica, y será potestad del Editor su designación.

**Artículo 8.** Los miembros del Comité de Arbitraje podrán ser miembros del personal docente y de investigación de la Universidad de Los Andes, o de cualquier otra universidad pública o privada de la República de reconocida actividad científica y académica, con estudios de cuarto nivel.

**Artículo 9.** Podrán ser miembros del Comité de Arbitraje reconocidos investigadores de universidades extranjeras, cuyas instituciones mantengan convenios de cooperación y de intercambio con la Universidad de Los Andes.

**Artículo 10.** Podrán ser miembros del Comité de Arbitraje de la Revista de la Facultad de Farmacia investigadores sin estudios de cuarto nivel, siempre que hayan sido reconocidos por su actividad de investigación dentro o fuera de la institución a la que estén adscritos.

**Artículo 11.** El Editor seleccionará con base en lo expuesto en los Artículos: 7, 8 y 9 del presente **REGLAMENTO**, a los investigadores que conformarán el Comité de Arbitraje de la Revista de la Facultad de Farmacia por un periodo no mayor de dos años consecutivos, pudiendo solicitar a motu proprio su reinserción dentro del Comité a algunos de los miembros salientes o por iniciativa de éstos.

**Artículo 12.** Son funciones de los árbitros, las siguientes:

a) Evaluar los trabajos de investigación de sus áreas de competencia.

b) Enviar al Editor una respuesta por escrito del trabajo considerado, en un plazo no mayor de 30 días, contados a partir de la recepción del texto.

c) Aprobar o improbar los trabajos recibidos, con base a argumentos científicos proclives a ser revisados.

d) No establecer con los autores de los trabajos ninguna comunicación referida al texto que evalúa, que conlleve interferencias y subjetividades en el

proceso. Aplicar en la evaluación argumentos científicos objetivos que permita al Editor a posterior iniciar un proceso de retroalimentación positiva con los autores, a los fines de la excelencia y transparencia del trabajo científico, y de la proyección de la Revista de la Facultad de Farmacia.

e) Aplicar en la evaluación los parámetros especificados en la Guía para los Árbitros.

**Artículo 13.** Los árbitros tienen derecho a recibir a cambio de su trabajo de evaluación, una constancia expedida por el Editor, a los fines de su inclusión en procesos de reconocimiento de los méritos académicos y científicos de los miembros del personal docente y de investigación de las universidades representadas en el Comité de Arbitraje.

### CAPÍTULO 3

#### *Disposiciones Finales*

**Artículo 14.** El Editor podrá sustituir en cualquier momento a algún miembro del Comité de Arbitraje, cuando éste no haya cumplido con lo dispuesto en el presente **REGLAMENTO**. El Editor procederá de inmediato a sustituir al miembro excluido con base a lo dispuesto en los Artículos: 7, 8 y 9 del presente **REGLAMENTO**, y a notificar de inmediato su remoción al saliente.

**Artículo 15.** Los autores tendrán derecho a solicitar reconsideración de la evaluación de su trabajo de investigación cuando haya resultado improbadado por un miembro del Comité de Arbitraje. A tales efectos, el Editor enviará el trabajo en cuestión a ser evaluado a otro árbitro. En caso de resultar positiva la segunda evaluación, el Editor se reservará el derecho de publicar o no el trabajo sin más opiniones de expertos, con base a la disponibilidad de espacio en la Revista en el volumen que juzgue conveniente, y así se lo hará saber al autor.

**Artículo 16.** Con base en lo dispuesto en el Artículo anterior, las decisiones de los árbitros son inapelables y de obligatorio acatamiento por parte del autor.

**Artículo 17.** Los miembros del Comité de Arbitraje no percibirán remuneración económica alguna por su trabajo.

**Artículo 18.** Los trabajos de investigación recibirán respuesta escrita a partir de los 60 días hábiles de su recepción.

**Artículo 19.** Si el informe de arbitraje es positivo para un trabajo en primera instancia, el Editor se compromete a incluirlo en el volumen inmediatamente próximo de la Revista de la Facultad de Farmacia.

**Artículo 20.** El Editor se arroga la potestad de realizar observaciones de forma a los trabajos recibidos antes de ser enviados a arbitraje, de tal manera que el autor se compromete a acatarlas sin desmedro de la trascendencia o alcance científico del trabajo.

**Artículo 21.** El autor se hace responsable de cualquier errata de forma y de fondo que esté incluida en el original enviado al Editor; y éste no se compromete a dar Fe de Errata en tales circunstancias.

**Artículo 22.** El Editor se compromete a dar Fe de Errata en aquellas circunstancias en que por inadvertencia o fallas técnicas se haya incurrido en un error no incluido en el original (papel y electrónico) enviado para su consideración por el autor. Tal procedimiento se patentizará en el volumen inmediatamente siguiente a la emisión del error, siempre y cuando el autor se lo haga saber al Editor por escrito tres meses antes de la edición del siguiente volumen de la Revista de la Facultad de Farmacia.

**Artículo 23.** El Editor no se compromete a expedir constancias de trabajos recibidos sin que haya finalizado el proceso de arbitraje y se cuente con un informe escrito y firmado por el árbitro.

**Artículo 24.** Lo establecido en el presente **REGLAMENTO** será difundido en la Revista de la Facultad de Farmacia, de tal forma, que tanto autores como árbitros se solidaricen con lo aquí expuesto.

## ÍNDICE ACUMULADO

### Volumen 56(2) Año 2014

#### Composición del aceite esencial de las flores de *Oyedaea verbesinoides* D.C.

Ramírez-González Irama, Villalobos-Osorio Darly, Rojas-Fermín Luis, Mendoza Francisco, Rodríguez- Castillo Clorybeth, Carmona Juan.

#### Más acerca del comportamiento electroquímico de la dopamina con el pH del medio electrolítico.

Menolasina Sabino.

#### Hidrogenación catalítica de los ésteres metílicos de los ácidos kaurénico y grandiflorénico con $\text{RuCl}_2(\text{DMSO})_4$ en medio homogéneo y bifásico.

Reyes Marisela, Barazarte Andris, Fonseca Yuraima, Fontal Bernardo, Usubillaga Alfredo, Suárez Trino, Bellandi Fernando, Vielma Joel.

#### Ésteres glicosídicos de algunos derivados del ácido entkaur-16-eno-19-oico.

Villasmil Thayded, Peña Alexis, Aparicio Rosa, Usubillaga Alfredo.

### Volumen 57(1) Año 2015

#### Obtención de derivados azufrados del ácido kaurénico y de otros kaurenos substituidos en la posición C-15 y su actividad antibacteriana.

Peña Alexis, Usubillaga Alfredo, Alarcón Libia, Velasco Judith, Aparicio Rosa.

#### Estudio *in situ* por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier de la oxidación electroquímica del acetaminofén en medio acuoso.

Rivas Nieto Rebeca, Martínez Yris, Materán Jesús, Ortiz Reynaldo.

#### Study of the chemical composition of the essential oil from the hybrid Asteraceae *Carramboa tachirensis* (Aristeg.) Cuatrec.

Obregón-Díaz Ysbelia, Rojas-Fermín Luis, Usubillaga Alfredo, Pouységu Laurent, Quideau Stéphane.

#### Secondary metabolites from *Chaptalia meridensis*.

Pinto Ana Andreina, Amaro-Luis Juan Manuel.

### Volumen 57(2) Año 2015

#### Composición química del aceite esencial de hojas frescas de *Annona muricata* L., de Mérida, Venezuela.

Meccia C., Gina; Vit Olivier, Patricia; Rojas, Luis B.; Carmona Arzola, Juan; Santiago Silva, Bertha y Usubillaga, Alfredo.

#### Estudio del crecimiento bacteriano. Enfoque de análisis de datos con medidas repetidas.

Peña G. Jesús A; Rosales O., Yolima Beatriz y Orlandoni M., Giampaolo.

#### Validación de un método analítico por cromatografía líquida de alta resolución en fase reversa para la cuantificación de hidroclorotiazida y clorhidrato de propranolol en formas farmacéuticas sólidas.

Guillén Guillén, Ana; Brunetto, Rosario; León Leal, Andrés; Gallignani, Maximo A.; Lobatón Álvarez Robert; Colón U., Sarín y Calderón G., Laura M.

#### Extracción y caracterización de grasa y almidón de la almendra de mango variedad Alphonso (*Mangifera indica* L).

Gutiérrez, Carlos; Rivera, Yezabel; Gómez, Rubén; Bastidas, Vanessa y Izaguirre, César.

### Volumen 58(1) Año 2016

#### Evaluación de la actividad antimicrobiana de plantas medicinales seleccionadas del Jardín Botánico del Orinoco, municipio Heres, Estado Bolívar.

Rojas, Janne; Velasco Carrillo, Judith; Buitrago D., Alexis A.; Mender, Tamara y Rojas, John.

**Fasciolosis y parásitos gastrointestinales en becerros de la Estación Experimental "ElJoque" Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.**

González Ramírez, Luisa Carolina; Martínez, Asdrúbal; Assouad, Manuel; Álvarez, Janeth; Gil, Florimar; Castro Vera, Trino Alberto; Pérez De Pablos, Carlos y Dávila, Ciro.

**Estudio fitoquímico y actividad antioxidante de los extractos de las partes aéreas de *Euphorbia laurifolia* Juss. ex Lam.**

Mogollón, José Ángel; Rondón, María Eugenia; Morales Méndez, Antonio y Contreras Moreno, Billmary Z.

**Comparación de los perfiles de disolución de cápsulas de cefadroxilo comercializadas en Venezuela.**

Colón U., Sarín; Guillén, Ana; Peña, Jesus Alberto; Lobatón Álvarez, Robert; León, Andrés y Calderón G., Laura M.

**Volumen 58(2)  
Año 2016**

**Composición química y perfil mineral de materias primas de origen animal y vegetal utilizadas en la formulación de dietas para la alimentación de alevines de *Colossoma macropomum*.**

Morillo, Marielba; Visbal, Tomas; Vielma, Rosa Alba; Peña, Liz; González, Isbelia y Medina, Ana Luisa.

**Estudio fitoquímico de la resina de *Protium carana* March (Burseraceae), derivados semisintéticos de los triterpenos  $\alpha\beta$ -amirinas, determinación de su actividad antioxidante y actividad antibacteriana.**

Bracho Niño, Ismer; Rojas, Luis B.; Usubillaga, Alfredo; Carmona Arzola Juan; Carrero, José; Hernández, Johanna; Deffieux, Denis; Pouységu, Laurent y Quideau, Stéphane.

**Uso de chachafruto (*Erythrina edulis*) y soya (*Glycine max*) como sustituto de la harina de pescado en la formulación de dietas para alevines de coporo (*Prochilodus mariae*).**

Visbal, Tomas; Morillo, Marielba; Rial, Leandra; Altuve, Daisy; Betancourt, Carlos y Medina, Ana Luisa.

**Evaluación sensorial de lonjas de jamón cocido y pechuga de pavo, recubiertas con películas antimicrobianas de alginato de sodio.**

Rosales O., Yolima Beatriz; Raybaudi Massilia, Rosa; Medina, Ana Luisa; Mosqueda Melgar, Jonathan y Tomé, Elisabetta.

**Volumen 59(1)  
Año 2017**

**Composición química del aceite esencial de las hojas de *Artemisia absinthium* L. colectada en Tovar-Edo. Mérida, Venezuela.**

Rojas Fermín, Luis; Rojas Vera, Janne; Cordero de Rojas, Yndra; Handan, Mager y Carmona Arzola, Juan.

**Determinación voltamétrica de citrato de sildenafil en formulaciones farmacéuticas.**

Ortiz, Reynaldo; Nava, Lismar; Martínez, Yris J.; Weinhold, Elkis y Paredes R., Andreina.

***In vivo* anti-inflammatory activity of grandiflorenic acid and kaurenic acid isolated from *Coespeletia moritziana* and *Espeletia semiglobulata*.**

Rios Tesch, Nurby Nahiely; Villalobos Osorio, Darly Coromoto; Rojas Fermín, Luis; Aparicio Z., Rosa L.; Usubillaga, Alfredo; Mitaine Offer, Anne Claire; Lacaille Dubois, Marie Aleth; Denis, Deffieux; Peixoto, Philippe; Laurent, Pouységu y Stéphane, Quideau.

**Composición química del aceite esencial de *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC de los Andes Venezolanos.**

Buitrago B., Diolimar; Morales M., Antonio; Rojas Fermín, Luis; Aparicio Z., Rosa L. y Meléndez G., Pablo.

**Volumen 59(2)  
Año 2017**

**Actividad antibacteriana de diterpenos del kaurano aislados de *Coespeletia moritziana* (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec**

Cordero de Rojas, Yndra; Lucena de Ustáriz, María Eugenia; Araujo, Liliana; Usubillaga, Alfredo; Rojas Fermín, Luis y Moujir, Laila.

**Actividad anti-inflamatoria del extracto alcohólico de *Astronium graveolens* Jacq.**

Hernández Bastidas, Vanessa; Mora V., Flor D.; Nicola, Malafronte y Nunziatina De Tommasi.

**Constituyentes volátiles de las hojas de *Lepechinia bullata* (Kunth) Epling de los Andes venezolanos.**

Pérez Colmenares, Alida; Rojas Fermín, Luis y Usubillaga, Alfredo.

**Actividad antiinflamatoria in vivo de extractos de hojas, tallos y frutos de *Ficus maitin* Pittier.**

Villalobos Osorio, Darly Coromoto; Rios, Nurby, Ramírez González, Irama Judith y Meléndez, Pablo.

**Volumen 60(1)  
Año 2018**

**Evaluación del balance del contenido vaginal para el diagnóstico de la disfunción vaginal.**

Muñoz, Jesús; Sánchez, Kiralba y Babino Cynthia.

**Actividad antimicrobiana y perfil fitoquímico de las hojas de *Connarus venezuelanus* B. var. *venezuelanus* (Connaraceae R. BR.).**

García Giovanni; Rodríguez Castillo Gabriela; Velasco Carrillo, Judith; Villalobos Osorio, Darly Coromoto y Ramírez González, Irama Judith.

**Valoración del efecto de la Erdosteina en cuadros de intoxicación con Paraquat en ratas BIOU: Wistar y comparación con la N-acetilcisteína mediante determinación de malondialdehído por Espectroscopia UV.**

Di Bernardo, María L.; Zambrano de Dávila Thania; Morales Yasmin; Brito Sulay; Rojas de Marin, Tibusay del Carmen; Montero Yepsy; Osorio Andrés y Montoya Dubelia.

**Perfil de textura instrumental y sensorial de pastas elaboradas con *Cajanus cajan* fermentada.**

Vivas Odry y Sangronis Elba.

**Volumen 60(2)  
Año 2018**

**Fenoles totales, contenido de flavonoides y actividad antioxidante de los extractos etanólicos de plantas ecuatorianas.**

Rondón, María; Moncayo, Shirley; Cornejo, Xavier y Plaza, Claudia.

**Un modelo de supervivencia bivariante para eventos dependientes bajo el enfoque de funciones cópulas.**

Peña G., Jesús A; Ramoni P., Josefa y Giampaolo, Orlandoni.

**Estudio de la composición química de los aceites esenciales de las hojas y flores de *Leonotis nepetifolia* (L.) R. Br. (Lamiaceae).**

Araque, Emmanuel; Urbina, Daniela; Morillo, Marielba; Rojas Fermín, Luis y Carmona Arzola, Juan.

**Revista de la Facultad de Farmacia. Seis décadas de trayectoria.**

Gil Otaiza, Ricardo.

**Volumen 61(Edición Especial)  
Año 2019**

**Análisis de supervivencia con interacción de diabetes e índice de masa corporal en pacientes en diálisis peritoneal.**

Borges P., Rafael E.; Torres-Mantilla, Hugo Alexander y González-Villar, Andrea.

**Evolución del error total en la determinación de glucosa en un laboratorio de bioquímica clínica.**

Molina, Karla; Torres, Jeymmy; López, María; Hurtado, María; Guillén, Leidys y Dugarte, Freddy.

**Actividad larvicida de los aceites esenciales de *Minthostachys mollis* y *Lepechinia bullata* contra *Tecia solanivora* Povolny.**

Ramírez, Rosslyn N.; Mora V., Flor D.; Domínguez, Ilka; Rojas Fermín, Luis; Ramírez, Wilson; Peña, José y Pérez Colmenares, Alida.

**Composición química y actividad biológica de los extractos de las partes aéreas de *Leonurus japonicus* (Houtt.).**

Malave, María José; Mendoza, Zulimar; Morillo, Marielba; Visbal, Tomas; Rondón, María Eugenia y Carmona Arzola, Juan.

**Volumen 62(Edición Especial)**

**Año 2020**

**Perfil fitoquímico, actividad biológica y fotoprotectora de las flores de *Aldama dentata* La Llave et Lex.**

Isla Marylenid, Pérez Alida, Obregon Ysbelia, Aparicio Rosa, Cordero Yndra, Díaz Clara, Isla José, Chacón Carmen, Fernández Jhender, Rojas-Fermín Luis.

**Análisis fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antibacteriana de fracciones de diferentes polaridades obtenidas de *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch y *Vismia macrophylla* Kunth.**

Buitrago-Díaz Alexis Alberto, Rojas-Vera Janne, Velasco-Carrillo Judith.

**Valoración de dietas a base de *Leucaena leucocephala* (Lam.), *Machaerium* sp y *Glycine max* (Soya) para la alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* (cachama negra).**

Visbal Tomas, Morillo Marielba, Rial Leandra, Betancourt Carlos, Medina Ana Luisa.

**Actualización de la imagen de la Revista de la Facultad de Farmacia.**

Rojas-Vera Janne, Buitrago-Díaz Alexis, Meccia Gina, Rondón María Eugenia, Rojas Julio.

**Volumen 63(1)**

**Año 2021**

**Actividad antioxidante y garrapaticida de los extractos de las hojas de *Bixa orellana* L.**

Chacón Arian, Morillo Marielba, Rondón María, Hernández Vanessa, Carmona Juan, Visbal Tomás.

**Composición química y actividad biológica de los aceites esenciales de *Piper marginatum* Jacq. y *Piper tuberculatum* Jacq. de Ecuador.**

Moncayo Shirley, Rondón María, Araujo Liliana, †Rojas Luis, Cornejo Xavier, Guamán Walter, Jaramillo Soraya.

**Microbiología del agua perteneciente al lago cratérico volcánico Cuicocha. Imbabura. Ecuador: Estudio inicial.**

González Marco, Alarcón Diego, Araque Judith, Viteri Francisco, Villacis Luis, Escobar Sandra, Araujo Liliana, Medina Gerardo, Andueza Félix.

**Estudio preliminar de la calidad nutracéutica y autenticidad de la miel con base en parámetros bioquímicos y capacidad antioxidante.**

Pérez-Pérez Elizabeth, Daboin María, Pérez Mariel, Peña-Vera María, Dávila Juan, Sulbarán-Mora Miguel.



## CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO HUMANÍSTICO, TECNOLÓGICO Y DE LAS ARTES Cdchta



El **Cdchta** es el organismo encargado de promover, financiar y difundir la actividad investigativa en los campos científicos, humanísticos, sociales y tecnológicos.

### Objetivos Generales:

El **Cdchta**, de la Universidad de Los Andes, desarrolla políticas centradas en tres grandes objetivos:

- Apoyar al investigador y su generación de relevo.
- Vincular la investigación con las necesidades del país.
- Fomentar la investigación en todas las unidades académicas de la ULA, relacionadas con la docencia y con la investigación.

### Objetivos Específicos:

- Proponer políticas de investigación y desarrollo científico, humanístico y tecnológico para la Universidad. Presentarlas al Consejo Universitario para su consideración y aprobación.
- Auspiciar y organizar eventos para la promoción y la evaluación de la investigación.
- Proponer la creación de premios, menciones y certificaciones que sirvan de estímulo para el desarrollo de los investigadores.
- Estimular la producción científica.

### Funciones:

- Proponer, evaluar e informar a las

Comisiones sobre los diferentes programas o solicitudes.

- Difundir las políticas de investigación.
- Elaborar el plan de desarrollo.

### Estructura:

- Directorio: Vicerrector Académico, Coordinador del **Cdchta**.
- Comisión Humanística y Científica.
- Comisiones Asesoras: Publicaciones, Talleres y Mantenimiento, Seminarios en el Exterior, Comité de Bioética.
- Nueve subcomisiones técnicas asesoras.

### Programas:

- Proyectos.
- Seminarios.
- Publicaciones.
- Talleres y Mantenimiento.
- Apoyo a Unidades de Trabajo.
- Equipamiento Conjunto.
- Promoción y Difusión.
- Apoyo Directo a Grupos (ADG).
- Programa Estímulo al Investigador (PEI).
- PPI-Emeritus.
- Premio Estímulo Talleres y Mantenimiento.
- Proyectos Institucionales Cooperativos.
- Aporte Red Satelital.
- Gerencia.

**Alejandro Gutiérrez**  
**Coordinador General**

www.ula.ve/cdcht / E-mail: cdcht@ula.ve  
Telf. 0274-2402785 / 2402686

## AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS

### Decano(e)

Dra. Angela Lugo

### Director de la Escuela de Bioanálisis

Dra. Ana Carolina Ramírez

### Director de la Escuela de Farmacia

MSc. Robert Lobatón

### Director del Instituto de Investigaciones

Dra. Yndra Cordero

### Director de la Oficina de Relaciones

### Interinstitucionales

Dr. José Nelson Aranguren

La Revista de la Facultad de Farmacia, posee acreditación del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes. Universidad de Los Andes-Venezuela (CDCHTA-ULA).

Esta publicación está indizada en REVENCYT, Sistema de Publicaciones Scielo, Periódica (UNAM- México), IMBIOMED, Base de datos LILACS producida por BIREME y LIVECS, y Latindex México.

Incluida en el Registro de Publicaciones Científicas y Tecnológicas del FONACIT.

ISSN 0543- 517-X Depósito Legal pp 1958 02 ME 1003

ISSN 2244-8845 Electrónico Depósito Legal ppi 2012 02 ME 4102.

La Revista de la Facultad de Farmacia se exime de compromisos con la opinión y enfoques vertidos por los autores de los materiales publicados en ella. Queda prohibida, sin la autorización del Comité Editorial, la reproducción total o parcial de los trabajos incluidos en este volumen, por cualquier medio. La misma asegura que los editores, autores y árbitros cumplen con las normas éticas internacionales durante el proceso de arbitraje y publicación. Del mismo modo aplica los principios establecidos por el Comité de Ética en Publicaciones Científicas (COPE). Igualmente, todos los trabajos están sometidos a un proceso de arbitraje y de verificación por plagio.

## COMITÉ EDITORIAL

### EDITORA

Dra. Janne Rojas

Instituto de Investigaciones

### EDITORES HONORARIOS

Dr. Alfredo Usubillaga

Instituto de Investigaciones

Dr. Ricardo Gil Otaiza

Dpto. de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos

Dra. Beatriz Nieves Blanco

Dpto. de Microbiología y Parasitología

### CUERPO EDITORIAL

Dr. Alexis A Buitrago Díaz

(Diagramación)

Dpto. de Análisis y Control

Dr. Julio Rojas

Dpto. de Toxicología

Dra. María Eugenia Rondón

Dpto. de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos

MSc. Gina Meccia,

Instituto de Investigaciones

### REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

#### Dirección de Canje (Postal address)

Prolongación Av. Humberto Tejera, Sector Campo de Oro, detrás del IAHULA, Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Edificio Carlos Edmundo Salas, 1er piso. ULA. Mérida. República Bolivariana de Venezuela. Código Postal 5101 Teléfono: +58-274-2403561.

Fax: +58-274-2403568

Dirección electrónica:

revfarm@ula.ve o revfarmacia@gmail.com



### REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA Universidad de Los Andes Facultad de Farmacia y Bioanálisis Biblioteca "Ismael Valero"

Esta versión digital de la revista de la Facultad de Farmacia, se realizó cumpliendo con los criterios y lineamientos establecidos para la edición electrónica en el año 2020.

Publicada en el repositorio institucional SaberULA

Universidad de Los Andes-Venezuela

[www.saber.ula.ve](http://www.saber.ula.ve), [info@saber.ula.ve](mailto:info@saber.ula.ve).

